



**Nuno Daniel Oliveira
Costa**

**PROJETO DE *LAYOUTS* DE ARMAZÉNS E
MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS**



**Nuno Daniel Oliveira
Costa**

**PROJETO DE *LAYOUTS* DE ARMAZÉNS E
MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Prof. Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, ao Nuno, aos meus irmãos, aos meus avós, à minha namorada e aos meus amigos.

Dedico, em especial, à minha mãe e ao Nuno pelo apoio incondicional que sempre me deram.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Marlene Paula Castro Amorim

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António Almeida Crispim

Professor Auxiliar da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer à Universidade de Aveiro por me ter acolhido durante estes 5 anos incríveis.

Agradeço à Amorim Cork Flooring, S.A., pela oportunidade e confiança que depositou em mim.

Agradeço aos meus orientadores neste projeto, à Prof. Doutora Ana Raquel Xambre, e ao Engenheiro Pedro Silva Fernandes pela disponibilidade e paciência demonstradas ao longo deste último ano.

Agradeço a toda a minha família, por me possibilitarem a oportunidade de obter o grau de mestre, por todo o esforço que fizeram para que nunca me faltasse nada e pela educação rigorosa, sempre com o intuito de me tornar um Homem.

Agradeço à minha namorada, por todo o incentivo que me dá e que me deu diariamente para me tornar melhor como profissional e sobretudo como pessoa.

Agradeço também a todos os meus colegas de curso por serem quem são! Por terem aparecido na minha vida, por me integrarem, por me oferecerem casa sempre que precisei, por serem meus “professores”, meus companheiros, amigos e irmãos.

Gostaria de terminar com um “brinde”, que foi parte integrante do meu percurso como estudante universitário:

A idade não é o tempo que já vivemos, mas sim o tempo que nos falta viver, por isso vamos viver o tempo que nos resta sendo felizes.

A felicidade é uma palavra constituída por dez letras, contudo para mim essa palavra é constituída apenas por cinco letras – VOCÊS! Vocês que partilham o melhor e o pior, sempre ao meu lado.

Porque a felicidade só é real quando partilhada!

Obrigado!

palavras-chave

Logística, gestão de armazéns, *layout* de armazéns, armazenagem, análise ABC, análise XYZ.

resumo

Atualmente o ambiente macroeconómico industrial no qual as empresas estão inseridas, é caracterizado pela sua intensa competitividade. O sucesso de uma organização depende não só da sua capacidade de adaptação às exigências do mercado, como também da eficiência das práticas implementadas. Desta forma, o aumento de produtividade nas operações de armazenagem resulta na melhoria dos processos logísticos da empresa, concedendo-lhe vantagem competitiva.

O projeto apresentado foi elaborado em contexto industrial, na empresa Amorim Cork Flooring, S.A., na área de logística, mais especificamente no departamento de armazéns. Este projeto ocorreu com a integração num outro projeto já existente na empresa, cujo objetivo era a reestruturação de todo o sistema logístico da empresa.

O foco do projeto consistiu na organização dos espaços para armazenagem de LVT e no apoio à implementação de um armazém central para armazenagem de produto acabado, tendo como finalidade a melhoria dos processos de armazenagem.

Iniciou-se o estudo com uma contextualização do problema, seguida de um enquadramento teórico dos tópicos relacionados com o tema principal e, por último, a aplicação ao caso de estudo real, envolvendo análise de dados, definição de indicadores de desempenho, criação e avaliação de propostas para soluções alternativas e seleção da melhor proposta.

Neste sentido, foram aplicados diversos métodos, nomeadamente o diagrama de Ishikawa, a Análise ABC e a análise XYZ, um *software CAD* para o desenho do *layout* dos armazéns de LVT e ainda metodologias *lean*, nomeadamente a gestão visual.

As propostas apresentadas incluem a criação de localizações e a identificação de algumas delas com etiqueta própria, assim como sistemas e equipamentos para automatização das atividades internas no armazém. Neste momento, algumas dessas propostas encontram-se em fase de análise e outras já em fase de implementação, não tendo, contudo, sido concluídas.

keywords

Logistics, warehouse management, warehouse layout, storage, ABC analysis, XYZ analysis.

abstract

Currently, the industrial macroeconomic environment in which companies operate is characterized by its intense competitiveness. The success of an organization depends not only on its ability to adapt to market demand, but also on the efficiency of the implemented practices. In this way, the increase in productivity in warehousing operations results in the improvement of the company's logistical processes, granting it a competitive advantage. The project presented in this report was developed in an industrial context, in the company Amorim Cork Flooring, S.A., in the logistics area, more specifically in the warehouse department. This project occurred with the integration in another project already existing in the company, whose objective was the restructuring of the entire logistics system of the company. The focus of the project consisted of organizing spaces for LVT storage and supporting the implementation of a central warehouse for storing finished products, with the aim of improving storage processes. The study started with a contextualization of the problem, followed by a theoretical framework of topics related to the main theme and finally the application to the real case study, involving data analysis, definition of performance indicators, creation of proposals for alternative solutions and the selection of the best proposal. In this sense, several methods were applied, namely the Ishikawa diagram, ABC Analysis and XYZ Analysis, CAD software for the layout design of the LVT warehouses and also lean methodologies, namely visual management. The proposals presented included the creation of locations and the identification of some of them with their own label, as well as systems and equipment for automating internal activities in the warehouse. At the moment, some of these proposals are under analysis and others are already being implemented, however, they have not yet been concluded.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento e Objetivos	1
1.2	Metodologia.....	3
1.3	Estrutura do documento	4
2.	Enquadramento Teórico	5
2.1	Gestão de <i>Stocks</i>	5
2.1.1	Modelos Determinísticos	6
2.1.2	Modelos Estocásticos	6
2.1.3	Análise ABC.....	7
2.1.4	Análise XYZ	8
2.1.5	Indicadores.....	8
2.1.5.1	Rotação de <i>Stock</i>	8
2.1.5.2	Cobertura média de <i>Stock</i>	8
2.2	Gestão de Armazéns	9
2.3	Desenho de Armazéns.....	11
2.3.1	Problemas no desenho de armazéns	12
2.3.2	Visibilidade no Armazém.....	15
2.3.3	<i>Layout</i> de Armazém	15
2.3.3.1	Fluxo de armazenagem	16
2.3.3.2	Operações básicas de armazenagem	17
2.3.3.3	Métodos de armazenagem	19
2.3.3.4	Sistemas de Armazenagem	21
2.3.3.5	Métodos de <i>Picking</i>	25
2.3.3.6	Equipamentos de transporte/apoio à armazenagem	26
2.3.3.7	Equipamentos de acondicionamento	27
2.4	Avaliação e Indicadores de desempenho (<i>KPI's</i>).....	28
3.	Estudo prático	31
3.1	Descrição do Grupo e da Empresa	31
3.1.1	Corticeira Amorim – 150 anos a fazer história.....	31

3.1.2	Amorim Cork Flooring S.A.	32
3.2	Descrição do processo produtivo.....	33
3.3	Marcas e produtos Amorim Cork Flooring.....	35
3.4	Situação atual da empresa	36
3.4.1	Centralização de gestão de <i>stocks</i>	36
3.4.2	Análise de Processos	38
3.4.2.1	Processo de compra de LVT	38
3.4.2.2	Processo de receção e descarga de LVT.....	39
3.4.2.3	Processo de expedição de produto acabado	40
3.4.3	Infraestruturas existentes	41
3.4.3.1	Matérias-Primas	43
3.4.3.2	Produto acabado	45
3.4.4	Contextualização e Caracterização do Problema	46
3.4.4.1	Armazém LVT.....	47
3.4.4.2	Armazém de Produto Acabado	47
4.	Melhoria do Processo.....	51
4.1	Armazém LVT.....	51
4.1.1	Caracterização do inventário.....	51
4.1.1.1	Mapeamento da quantidade inventariada	51
4.1.1.2	Análise ABC.....	54
4.1.1.3	Análise XYZ	55
4.1.2	<i>Layout</i> dos novos armazéns	56
4.1.2.1	Pavimento.....	61
4.1.2.2	Iluminação	62
4.1.2.3	Equipamento de Manuseamento.....	63
4.2	Armazém Central de Produto Acabado.....	64
4.2.1	Análise de comparação	64
4.2.1.1	Fluxo de materiais entre unidades – produção atual.....	64
4.2.1.2	Área dos Armazéns.....	69
4.2.2	Caracterização do inventário.....	69

4.2.2.1	Mapeamento da quantidade inventariada	69
4.2.2.2	Análise ABC.....	72
4.2.2.3	Análise XYZ	74
4.2.2.4	Análise de armazenagem baseada na similaridade	76
4.2.2.5	Análise <i>Private Labels</i>	76
4.2.3	<i>Layout</i> do novo armazém.....	79
4.2.4	Gestão operacional do armazém	84
4.2.4.1	Fluxograma do sistema de classificação automatizado	84
4.2.4.2	Equipamento para colocação de etiquetas autocolantes.....	85
4.2.4.3	Definição de indicadores de desempenho	86
4.2.4.4	Alteração do método de <i>picking</i>	90
4.2.4.5	Reunião diária	90
4.2.4.6	Plano de trabalho e produtividade	91
5.	Conclusões e trabalhos futuros.....	93
	Referências Bibliográficas	95
	Anexos.....	100
	Anexo A – Exemplo de uma ordem de carregamento	101
	Anexo B – Questionário.....	102
	Anexo C – Exemplo de um processo de reclamação de transporte nacional	103
	Anexo D – Exemplo de um processo de reclamação de transporte internacional	104
	Anexo E – <i>Layout</i> final armazém LVT	105
	Anexo F – <i>Layout</i> final APA 1.....	106
	Anexo G – Propostas de compra de empilhadores.....	107
	Anexo H – Propostas de aluguer de empilhadores	108
	Anexo I – <i>Template</i> reunião diária	109
	Anexo J – <i>Template</i> painel plano de trabalho.....	110
	Anexo K – <i>Template</i> painel produtividade	111

Índice de Figuras

Figura 1 - Diferentes fases do projeto.....	3
Figura 2 - <i>Stock</i> cíclico e <i>stock</i> de segurança (fonte Carvalho et al., 2012, p.140)	5
Figura 3 - Análise ABC de acordo com a percentagem de vendas (adaptado de Rushton et al., 2010)	7
Figura 4 - Decisões para a conceção de um armazém (adaptado de Gu et al, 2010)	11
Figura 5 - Tipos de fluxo dentro do armazém (fonte Carvalho et al., 2012, p.231)	17
Figura 6 - Atividades e fluxos no armazém (adaptado de Frazelle, 2016)	19
Figura 7 - Métodos de localização (fonte Carvalho et al., 2012, p.308)	21
Figura 8 - Empilhamento no chão: em bloco (em cima); em linha (em baixo) (fonte Hompel & Schmidt, 2007, p.93)	23
Figura 9 - <i>Drive in rack</i> (esquerda) (fonte Hompel & Schimdt, 2007, p.101) e <i>pallet rack</i> (direita) (fonte Ma, 2020)	24
Figura 10 - <i>Rack</i> rotativo vertical (esquerda) e <i>flow rack</i> com <i>conveyor</i> (direita) (fonte Hompel & Schmidt, 2007, p.104-106)	24
Figura 11 - Equipamentos de transporte/apoio ao manuseamento: a) Transportador de rolos; b) Porta-paletes elétrico; c) Comboio logístico; d) Empilhador usual; e) Empilhador Aisle-Master (fonte a),b),c),d) - Kay, 2012; e) - Aisle-Master, 2020).....	27
Figura 12 - Modelo organizacional Corticeira Amorim SGPS, S.A.	32
Figura 13 - Amorim Cork Flooring- unidades de produção e de distribuição, representações e mercados diretos.....	33
Figura 14 - Processo produtivo Amorim Cork Flooring Oleiros.....	34
Figura 15 - Produto multicamada Amorim Cork Flooring	35
Figura 16 - Marcas Amorim Cork Flooring	35
Figura 17 - Esquema representativo da categorização dos produtos.....	38
Figura 18 - Diagrama do processo de compra de LVT.....	39
Figura 19 - Diagrama do processo de receção e descarga de LVT	40
Figura 20 - Processo de expedição de produto acabado	40
Figura 21 - Unidade industrial de Oleiros.....	42
Figura 22 - Unidade industrial de Lourosa	43
Figura 23 – Peso, em percentagem, dos <i>stocks</i> médios dividido por tipo de família	43
Figura 24 – Peso, em percentagem, dos <i>stocks</i> médios da família dos vinílicos	44

Figura 25 - Planta do armazém de LVT.....	45
Figura 26 - Planta do Armazém de Produto Acabado 1	45
Figura 27 - Planta do Armazém de Produto Acabado 2	46
Figura 28 - Diagrama de <i>Ishikawa</i>	49
Figura 29 - Quantidade e tipo de reclamações	50
Figura 30 - Stock mensal de placas LVT (Dezembro 2018 - Agosto 2019)	52
Figura 31 - Gráfico dos consumos totais mensais de placas LVT (dezembro 2018 - agosto 2019)..	53
Figura 32 - Gráfico da análise ABC.....	54
Figura 33 - Plantas dos armazéns LVT (à esquerda) e APA1 (à direita).....	57
Figura 34 - <i>Layout</i> final do Armazém LVT.....	59
Figura 35 - <i>Layout</i> final APA1	59
Figura 36 - Proposta para construção da rampa de acesso	60
Figura 37 - Nova rampa de acesso após construção	60
Figura 38 - Demonstração da distância entre armazéns.....	61
Figura 39 - Luminária LED proposta	63
Figura 40 - Esquema representativo do fluxo de materiais entre unidades	65
Figura 41 -Localização da linha de prensa de blocos na planta	69
Figura 42 - Gráfico representativo do inventário mensal do ano de 2019	70
Figura 43 - Gráfico representativo dos consumos mensais do ano de 2019	72
Figura 44- Gráfico representativo da análise ABC.....	74
Figura 45 - Planta inicialmente definida.....	80
Figura 46 - Planta após alterações	82
Figura 47 – Distribuição dos produtos com localização fixa	83
Figura 48 - Diagrama do fluxo com o sistema de classificação automatizado.....	84
Figura 49 - Diferentes zonas no armazém.....	85
Figura 50 – Impressora SATO CL6NX (fonte www.satoeurope.com).....	86

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Problemas no desenho de armazéns	14
Tabela 2 -Sistemas de armazenagem (adaptado de Hompel & Schmidt, 2007).....	22
Tabela 3 - Categorização dos produtos nas unidades de distribuição.....	37
Tabela 4 - Distâncias entre armazéns	42
Tabela 5 - Dimensionamento atual dos armazéns.....	46
Tabela 6 – Valor total de <i>stock</i> mensal (dezembro 2018 - agosto 2019).....	52
Tabela 7 - Consumos totais de placas de LVT (dezembro 2018 - agosto 2019).....	53
Tabela 8 - Proporção e Quantidade de SKU's por tipo de classe ABC.....	54
Tabela 9 - Proporção e quantidade de SKU's por tipo de classe XYZ.....	55
Tabela 10 - Critérios para definição do <i>stock</i> a utilizar	56
Tabela 11 - Capacidade de armazenagem e número de localizações necessárias	58
Tabela 12 - Dimensionamento das localizações do Armazém LVT	58
Tabela 13 -Dimensionamento das localizações do APA1.....	58
Tabela 14 - Dimensionamento das áreas para análise da qualidade e de receção em ambos os armazéns	60
Tabela 15 - Propostas para pavimento industrial	62
Tabela 16 - Propostas de aluguer e compra de empilhadores	64
Tabela 17 - Comparação entre o número de viagens necessárias.....	66
Tabela 18 - Comparação ente a carga atual e a carga futura para os diferentes tipos de soluções	67
Tabela 19 - Investimentos e custos com a aquisição de 3 camiões.....	68
Tabela 20 - Análise dos custos por viagem e efeito no custo anual	68
Tabela 21 – Valores totais de <i>stock</i> mensal do ano de 2019	70
Tabela 22 - Consumos mensais no ano de 2019.....	71
Tabela 23 - Dados referentes à categorização ABC	72
Tabela 24 - Dados referentes à categorização ABC sem produtos O.....	73
Tabela 25 - Proporção e quantidade de SKU's por tipo de classe ABC	73
Tabela 26 - Proporção e quantidade de SKU's por tipo de classe XYZ.....	74
Tabela 27 - Proporção e quantidades de SKU's dos produtos de categorização B.....	75
Tabela 28 - Critérios para definição dos valores de <i>stock</i> a utilizar	75

Tabela 29 - Valores de <i>stock</i> a considerar	76
Tabela 30 - Análise dos produtos por <i>private label</i>	77
Tabela 31 - Produtos de categoria B por <i>private label</i>	77
Tabela 32 - Análise XYZ dos produtos de categorização B	78
Tabela 33 - Variações a considerar.....	78
Tabela 34 - Valores de <i>stock</i> a considerar.....	78
Tabela 35 - Número de localizações, capacidade, comprimento e largura	81
Tabela 36 - Capacidade de armazenagem na nova planta.....	82
Tabela 37 - Descrição dos indicadores operacionais (Adaptado de Bello, 2011)	87
Tabela 38 - Descrição dos indicadores de área (Adaptado de Bello, 2011)	89

1. Introdução

O ser humano preocupa-se constantemente em superar-se e cada um de nós quer enriquecer-se tanto culturalmente como economicamente. Procurámos sempre melhorar as nossas condições de vida e, para isso, lutamos constantemente para sermos melhores que o outro e desta forma conseguimos melhores cargos, melhores salários e, se possível, um estilo de vida superior. Esta preocupação constante em adquirir vantagem, é vista também entre organizações, sendo este um dos fatores que impulsiona o aparecimento de mais e melhores métodos de gestão. Com o ambiente externo em mudança, é de extrema importância reduzir custos, melhorar processos reduzindo ou mesmo eliminando atividades que não acrescentem valor para, assim, melhorar o desempenho da empresa. A procura dos consumidores é um aspeto que deve ser considerado por qualquer empresa (Parameswari *et al*, 2019). A tendência pela procura de uma gama mais ampla de produtos, com maior personalização e tempos de resposta mais curtos despertaram uma atenção especial para a necessidade de dispor de operações logísticas cada vez mais eficientes e eficazes. A eficiência e eficácia das redes de distribuição são determinadas por atividades desempenhadas nos armazéns e a sua melhoria pode resultar em ganhos consideráveis para a empresa. Assim, uma boa capacidade, um bom planeamento e um bom desenho dos armazéns são fundamentais para facilitar futuras atividades nestes, melhorando o desempenho da organização e permitindo que esta se torne mais competitiva (Rouwenhorst *et al.*, 2000).

1.1 Enquadramento e Objetivos

Visto quase como um sinónimo de Portugal, há muitos anos que a cortiça tem servido de base a uma indústria que tem vindo a evoluir a olhos vistos. Face à atual pandemia, no primeiro trimestre deste ano, o setor da cortiça não se ressentiu, contudo, os efeitos negativos desta pandemia poderão vir a notar-se nos trimestres seguintes, sendo ainda um pouco cedo para uma análise concreta das perspetivas futuras deste setor. Atualmente, as aplicações desta matéria prima vão muito além da utilização clássica no fabrico de vedantes, estendendo-se a outras aplicações em várias áreas, como a indústria da construção e os mundos da decoração e moda. Fortemente orientadas para mercados internacionais, as empresas portuguesas da indústria da cortiça exportaram, em 2017, um valor recorde de 987,5 milhões de euros (correspondente a 61,5% do valor total de exportações mundiais), seguindo a tendência de crescimento que se vinha a verificar nos anos transatos (Center, 2020).

Na vanguarda do setor, Portugal é líder mundial na produção, transformação e comercialização da cortiça (APCOR, 2020).

A quota de exportações portuguesas no setor da cortiça é de 63%, o que equivale a 986 milhões de euros, sendo que 25% das exportações de cortiça são referentes aos materiais de construção e decoração, o que representa 246,8 milhões de euros (APCOR, 2020).

A Unidade de Negócio de revestimentos da Corticeira Amorim é líder mundial na produção e distribuição de pavimentos e decorativos de parede com incorporação de cortiça. Possui duas

unidades industriais em Portugal: a Amorim Cork Flooring Oleiros (ACFO), com uma produção orientada para os pavimentos flutuantes, e a Amorim Cork Flooring Lourosa (ACFL), especializada nos revestimentos de parede e pavimentos fixos.

O projeto descrito neste relatório decorreu no Departamento de Logística, mais concretamente na área de Armazéns. Ao longo dos anos a organização logística tem evoluído, passando de um sistema pouco organizado e sem coordenação entre as atividades da cadeia de abastecimento até se tornar num sistema bem estruturado e focado na integração de todas as atividades envolvidas, assim como na redução de tempo e custos (Bello, 2011). Assim, no decorrer do projeto, os principais objetivos prenderam-se com a necessidade de melhorar as atividades de armazenamento do processo logístico, de forma a aumentar o nível de serviço ao cliente interno e externo. Para além disso, o projeto passou pela aquisição de formação e conhecimento na área Logística, de forma a compreender a interação existente entre os vários departamentos e a forma como estes se relacionam em toda a cadeia de abastecimento.

Aquando do início do projeto, esta Unidade de Negócio encontrava-se numa fase de grandes alterações sendo uma delas, a implementação de um armazém central, de produto acabado, na unidade industrial de Lourosa. Planeava-se transferir todo o produto acabado que se encontrava na unidade industrial de Oleiros para Lourosa, ficando os dois armazéns, que na altura se dedicavam à armazenagem de produto acabado, livres para serem utilizados na futura armazenagem de matérias-primas, em conjunto com o anterior armazém de matérias primas. No final pretende-se obter 4 armazéns dedicados à armazenagem de matérias-primas.

Tendo em conta essa finalidade, foi realizada uma análise de todos os armazéns e de vários indicadores, para se estudar e optar pela melhor solução de implementação de um novo *layout*. Pretendia-se que, após observação e análise das várias metodologias que envolvem a receção, o abastecimento, arrumação, *picking* e expedição do material, se identificassem os principais problemas. Ao longo do projeto foram comparados, testados e definidos processos, fluxos e apresentadas propostas de melhoria.

Adicionalmente, durante o projeto foram desenvolvidas outras tarefas consideradas necessárias para valorizar e garantir o bom funcionamento do departamento.

Em jeito de resumo, os objetivos do projeto foram:

- Proposta de um novo *layout* para o armazém de LVT (*Luxury Vinyl Tiles*);
- Apoio no desenho do *layout* para o novo armazém central de produto acabado;
- Dimensionamento das zonas afetas a cada operação logística de execução, considerando a análise de dados históricos de entradas e saídas dos produtos;
- Melhoria das condições operacionais de trabalho, assim como, se possível, melhoria da sua eficiência.

De forma a atingir estes objetivos foi necessário adotar um método de trabalho devidamente estruturado, que será explicado seguidamente.

1.2 Metodologia

Para a realização do presente projeto o método de trabalho a utilizar passou pelas seguintes fases ilustradas na figura 1.

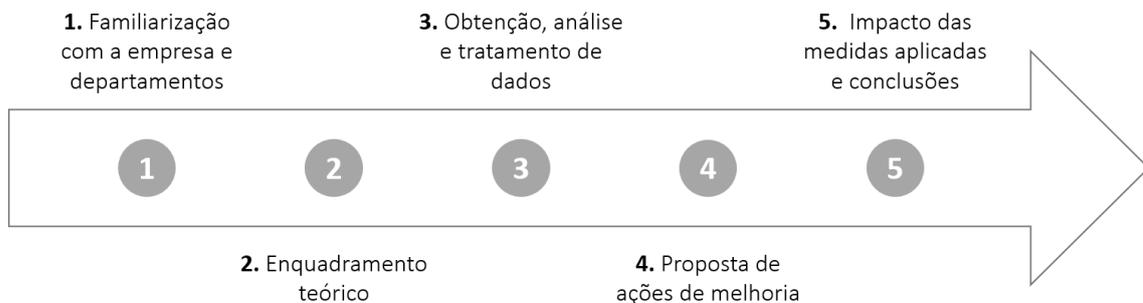


Figura 1 - Diferentes fases do projeto

Numa primeira fase, foi necessário um período de familiarização com a empresa e com os seus departamentos. Foi fundamental compreender a organização da unidade industrial, os fluxos de materiais e onde cada matéria-prima é utilizada.

Paralelamente, foi importante fazer uma investigação teórica, a partir de livros, artigos científicos e publicações periódicas, dissertações e teses, para posterior análise, em conjunto com os dados recolhidos no terreno. É importante referir que esta pesquisa se estendeu até ao final do projeto.

Numa terceira fase, procedeu-se à obtenção, análise e tratamento dos dados, com o intuito de implementar e consolidar ações de melhoria, bem como processos e fluxos de trabalho que melhorassem a forma como o conjunto de operações necessárias para o bom funcionamento do armazém são realizadas, assim como a própria definição de *layouts* (quarta fase).

Numa última fase, foi realizada uma avaliação aos impactos que as medidas propostas teriam no funcionamento da empresa, contudo devido a uma redução do período projeto, esta avaliação não foi realizada como o esperado, pelo que foi proposta a realização futura desta análise. Foram, no entanto, retiradas conclusões das soluções propostas e assinaladas algumas melhorias adicionais.

1.3 Estrutura do documento

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo introdutório é efetuado um enquadramento do tema abordado, assim como dos principais objetivos a atingir e a metodologia usada para atingir esses mesmos objetivos.

No segundo capítulo, é apresentado um suporte teórico relacionado com o tema abordado, considerado pertinente para a execução deste projeto. São abordados conceitos relevantes na área da logística, nomeadamente gestão de stocks, gestão de armazéns e desenho dos mesmos.

No terceiro capítulo é efetuada uma descrição do grupo e da empresa na qual se inseriu o projeto, assim como da sua história, do processo produtivo, das marcas e da gama de produtos que fabrica. Efetua-se, também um retrato do estado inicial vivido na empresa, das infraestruturas existentes, e ainda de alguns processos a analisar e, posteriormente, a melhorar.

O capítulo 4 destina-se à exposição dos procedimentos inerentes à análise de dados, assim como, à apresentação de algumas propostas de melhoria como resposta aos objetivos propostos.

Por fim, no quinto capítulo são abordadas as conclusões mais relevantes da anterior proposta de implementação, bem como algumas limitações à realização da mesma, descrevendo-se também algumas considerações para desenvolvimento de trabalho futuro no âmbito do problema analisado.

2. Enquadramento Teórico

No presente capítulo apresenta-se um enquadramento teórico da temática relacionada com este estudo, onde são apresentados conceitos, métodos e ferramentas que auxiliaram o seu desenvolvimento.

2.1 Gestão de Stocks

Os *stocks* aparecem com o objetivo de permitir que determinado nível de serviço ao cliente seja atingido ao mínimo custo, apesar de não adicionarem valor ao produto movimentado (Ballou, 2004). Desta forma, a segurança é aumentada perante grandes variações na procura, assim como perante atrasos nas entregas por parte dos fornecedores (Chase *et al*, 2011). Importa distinguir dois tipos de *stocks*, o *stock* de segurança, que assegura que os níveis de serviço são atingidos, evitando os custos de rutura; e o *stock* cíclico, que resulta da tentativa de rentabilização, em que se efetuam compras de maior quantidade na tentativa de redução dos preços (figura 2).

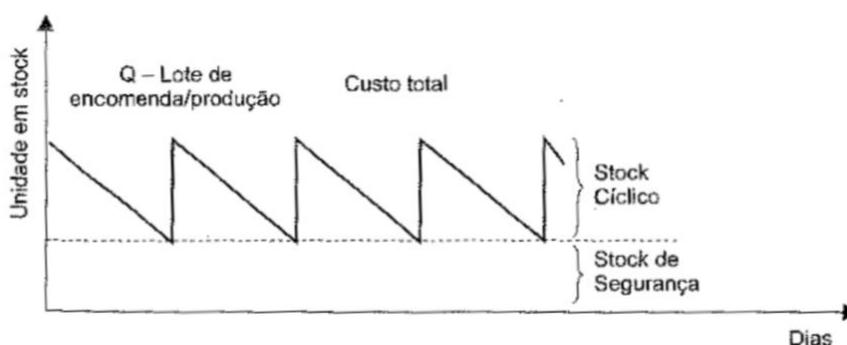


Figura 2 - Stock cíclico e stock de segurança (fonte Carvalho et al., 2012, p.140)

A política de gestão de *stocks* é um dos *inputs* necessários para o correto dimensionamento das infraestruturas de armazenagem. De acordo com Mourtzis *et al* (2019), a gestão e controlo de *stocks* é a chave para o sucesso do projeto e a otimização de um armazém. Esta política permite determinar o *stock* necessário em armazém para cada artigo, que é essencial para o dimensionamento do espaço de armazenagem. De forma a minimizar os custos e a satisfazer o cliente, é necessário responder a duas questões fundamentais: qual a quantidade a encomendar e qual o período em que a encomenda deve ser realizada. Existem diversos modelos de gestão de *stocks*, e por isso respostas diferentes para estas questões. É necessário avaliar o comportamento da oferta e da procura, nomeadamente a existência ou não de aleatoriedade para decidir qual é o melhor modelo a adotar (Carvalho *et al.*, 2012).

Os modelos de gestão de *stocks* podem dividir-se em dois grandes grupos: modelos determinísticos e modelos estocásticos. Se os prazos de entrega e as quantidades forem sempre correspondentes aos prazos e quantidades da encomenda (lado da oferta) e se as quantidades procuradas são conhecidas (lado da procura), então estamos perante uma oferta e procura que não apresentam aleatoriedade, ou seja, determinísticas. Por outro lado, se não se verificar este

padrão de conformidade, a oferta e procura apresentam um comportamento aleatório (Carvalho *et al.*, 2012).

2.1.1 Modelos Determinísticos

Como referido anteriormente, a procura e a oferta têm de ser constantes e conhecidas para se poder aplicar modelos determinísticos.

A reposição de stock pode ser considerada instantânea ou faseada (não instantânea) dependendo do tipo de abastecimento/entrega. Se o abastecimento é realizado de uma só vez, nas datas definidas entre o fornecedor e o cliente então estamos perante uma reposição instantânea. Por outro lado, se o abastecimento é dividido em diversos carregamentos, ou seja, é reposto de forma gradual, ao longo de um período então a reposição é considerada faseada (Carvalho *et al.*, 2012). Existem vários modelos determinísticos que abordam de forma diferente esta temática, mas não serão explorados neste capítulo por não serem relevantes para o projeto em estudo.

2.1.2 Modelos Estocásticos

Tal como descrito no início do capítulo, os modelos estocásticos são aplicados quando a procura e/ou a oferta têm um comportamento incerto. Esta incerteza aumenta a complexidade de gestão dos *stocks*, pois existe a possibilidade de rutura dos mesmos. Visto isto, é necessário constituir um *stock* de segurança, de forma a colmatar variações superiores. Quanto maior for este *stock* de segurança, maior será a probabilidade de conseguir absorver essas variações. O *stock* de segurança a constituir depende do nível de serviço definido pela empresa, sendo que o nível de serviço corresponde à probabilidade de a empresa ter disponível a quantidade procurada no momento procurado. Assim, se uma empresa definir um nível de serviço de 90%, significa que em 100 encomendas, 90 vão ser satisfeitas e em apenas 10 existirá rutura. Desta forma, quanto maior for o nível de serviço definido pela empresa maior será o *stock* de segurança a constituir (Carvalho *et al.*, 2012).

Para se conseguir realizar uma gestão eficiente e económica é imprescindível conhecer o nível de *stocks*, existindo por isso dois modelos de controlo de *stocks* mais usados, dentro dos modelos estocásticos: modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica (Carvalho *et al.*, 2012).

O modelo de revisão contínua verifica a quantidade disponível de cada produto continuamente, proporcionando um controlo mais apertado dos níveis de *stocks* dos produtos dado que as encomendas podem ser colocadas na altura adequada de forma a evitar ruturas de *stock*.

O modelo de revisão periódica verifica a quantidade disponível apenas em determinados períodos, sendo a encomenda colocada ao fornecedor num dia pré-definido, contudo a quantidade a encomendar é variável (Carvalho *et al.*, 2012). Este modelo é usado quando existe um grande número de produtos que são fornecidos pelo mesmo fornecedor e alguma vantagem em fazer as encomendas na mesma altura. Daí resulta uma redução dos custos de transporte e de processamento das encomendas (Gonçalves, 2006).

A escolha das políticas de gestão de stock a aplicar pode depender do tipo de artigo que se pretende inventariar. Nesse sentido, é preciso perceber de que forma podemos classificar os artigos armazenados.

2.1.3 Análise ABC

A análise ABC é um instrumento de apoio à decisão, que assume um papel muito importante na eficiência da gestão de *stocks*, fornecendo aos gestores uma visão dos artigos de maior e menor importância estratégica. Assim deverão ser adotadas políticas de gestão de *stocks* diferentes, para graus de importância diferentes. Esta análise possibilita a divisão dos artigos em três classes: A, B e C. As três classes diferem no nível de relevância, correspondendo os artigos de maior relevância à classe A, e os de menor à classe C. A análise é realizada tendo em conta o número de artigos da empresa, aumentando o nível de complexidade com o aumento do número de artigos em estudo, e é baseada na regra de Pareto (regra 80/20), que afirma que 80% dos efeitos é originado por 20% das causas, ou seja, 80% da faturação é originada por apenas 20% dos artigos. No gráfico abaixo (figura 3), é possível identificar esta situação na linha da percentagem de vendas (Rushton *et al.*, 2010). Assim, às classes A, B e C corresponderá 80%, 15% e 5% da faturação total, e 20%, 30% e 50% dos artigos, respetivamente. Como tal, se um artigo é classificado como A, a falha deste traria consequências mais acentuadas para a empresa do que um artigo do tipo B ou C (Reis, 2008), pelo que se devem estabelecer níveis de serviço mais elevados para este tipo de artigos (Carvalho *et al.*, 2012). Assim de forma resumida:

- Artigos A: 80% da faturação e apenas 20% dos artigos;
- Artigos B: 15% da faturação e 30% dos artigos;
- Artigos C: 5% da faturação e 50% dos artigos.

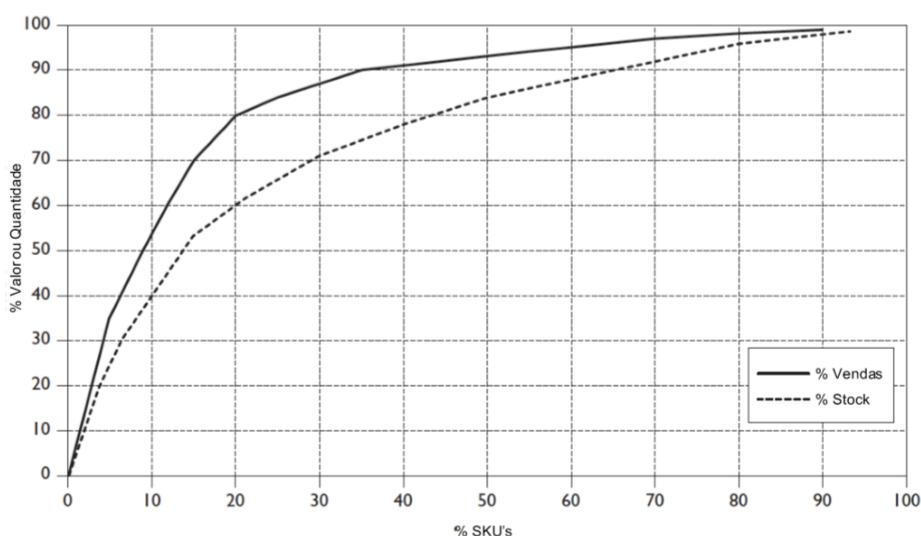


Figura 3 - Análise ABC de acordo com a percentagem de vendas (adaptado de Rushton *et al.*, 2010)

Através desta análise é possível perceber se um determinado produto é vendido/consumido em grandes quantidades ou não, no período em análise.

Para além da análise ABC, existem outras formas de classificar os produtos, nomeadamente através de uma análise XYZ.

2.1.4 Análise XYZ

A análise XYZ tem por base o Coeficiente de Variação (CV) dos artigos, que é calculado segundo a seguinte equação (Dhoka *et al*, 2013):

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

σ : Desvio Padrão dos consumos;

\bar{X} : Média dos consumos.

É possível, então, classificar os artigos segundo as suas flutuações (Scholz-Reiter *et al*, 2012):

- Artigo X: Consumo constante, flutuações são raras ($CV < 0.5$);
- Artigo Y: Fortes flutuações no consumo, geralmente devido a tendências e sazonalidades ($0.5 \leq CV \leq 1$);
- Artigo Z: Padrão de consumo completamente irregular ($CV > 1$).

A combinação de ambas as classificações permite conhecer, em primeiro lugar, se um artigo vende muito ou pouco e, em segundo lugar, se as vendas são, ou não, estáveis no período em análise.

Para além destas análises, é importante medir alguns indicadores que demonstrarão o nível de eficiência da gestão de *stocks*.

2.1.5 Indicadores

As empresas para melhorarem a sua gestão de *stocks* e a previsão de alterações que possam acontecer no mercado devem medir alguns indicadores pois, desta forma, conseguirão antecipar diversos problemas e obter maior rentabilidade.

2.1.5.1 Rotação de Stock

Este valor traduz a relação entre o consumo e o *stock* médio presente na empresa. É, portanto, o quociente entre o volume total de saídas anuais e o valor médio de existências em *stock*, traduzindo o número de vezes que o *stock* é renovado. Quanto mais elevado o valor deste indicador, melhor é a gestão adotada.

$$\text{Rotação de stock} = \frac{\text{Consumo no período (ano)}}{\text{Stock médio no período (ano)}}$$

2.1.5.2 Cobertura média de Stock

O valor da taxa de cobertura é o inverso da taxa de rotação de *stock*. Este valor representa o tempo médio que o *stock* poderá abastecer a procura sem que se façam novas encomendas.

$$\text{Cobertura de stock} = \frac{\text{Stock médio no período (ano)}}{\text{Consumo no período (ano)}}$$

2.2 Gestão de Armazéns

A gestão de armazéns é uma das partes mais importantes da gestão da cadeia de abastecimento (Viskup *et al*, 2019). Os armazéns ajudam a alcançar economias de transporte e produção, apoiando as políticas de atendimento ao cliente ou ajudando a superar as diferenças de tempo e espaço existentes entre produtores e clientes (Lambert *et al*, 1998). Segundo Coimbra (2009), um armazém é um ponto de armazenamento onde é guardado material durante um determinado período, até ser requisitado por um cliente e depois expedido, sendo que este espaço tem de permitir o fluxo de materiais de uma forma fluída. Arnold *et al* (2004), consideram que um armazém é um espaço no qual matérias primas, produto semiacabado e acabado são guardados. Defendem que estes representam uma interrupção no fluxo de material e, por esse motivo, adicionam custos ao sistema, pelo que os materiais só devem ser armazenados caso exista algum benefício com esse armazenamento. Por outro lado, Rushton *et al*. (2010), identificam os armazéns como sendo componentes cruciais da maior parte das cadeias de abastecimento, envolvidos nas várias etapas do abastecimento, produção e distribuição de bens, desde o manuseamento de matérias-primas até ao produto acabado.

A visão tradicional sobre os armazéns afirma que estes não acrescentam valor à cadeia de abastecimento, pelo que surgiu a necessidade de mudar o papel do armazém. Assim, este passa a surgir como uma parte integrante da excelência da cadeia de abastecimento, adquirindo outros papéis, tais como: consolidação, transbordo, *cross-docking* (passagem de cais) e atividades de valor acrescentado. Desta forma, estabelece-se um foco na melhor utilização do espaço, procurando obter-se menor densidade de ocupação de espaço, um maior número de docas e atividades na zona exterior, menor área ocupada com *stocks* na área de reserva, maiores competências de gestão de processos e maior flexibilidade do *layout* (Carvalho *et al.*, 2012).

A fase do projeto das instalações do armazém tem implicações no desempenho operacional e global dessa atividade, bem como no próprio negócio (Caridade *et al*, 2017). Cada vez mais, a eficiência do armazenamento é essencial, pois acarreta grande parte dos custos logísticos (Mourtzis *et al.*, 2019).

O principal objetivo num armazém é conseguir gerir da melhor forma possível a movimentação e armazenamento de mercadorias, maximizando a eficácia da utilização do espaço, do equipamento e da mão de obra, assim como a acessibilidade a todos os itens e a proteção de todos eles (Salvendy, 2001). Para que isso aconteça, uma boa gestão do armazenamento deve ser aplicada, visando minimizar o número de plataformas de armazenagem e a dimensão de cada plataforma, para que, desta forma, sejam obtidos níveis de *stocks* reduzidos (Atieh *et al.*, 2016). O *layout* ideal de um armazém, o equipamento de manuseamento e níveis de *stock* adequados, são fatores críticos nos custos de armazenamento e na competitividade da empresa. Um mau projeto de um armazém ou um manuseamento inadequado significa aumentar o tempo de armazenamento e descarga, afetando diretamente os custos (Viskup & Gálová, 2019).

Por outro lado, uma gestão inteligente do inventário pode reduzir os custos e, além disso, uma política eficaz de distribuição dos locais de armazenamento pode reduzir o tempo médio de viagem para o armazenamento e separação dos pedidos. Ao distribuir uniformemente as atividades pelos subsistemas do armazém, o tempo de inatividade pode ser reduzido, aumentando assim a capacidade de produção (Van den Berg & Zijm, 1999).

Para fornecer aos clientes uma resposta oportuna e flexível, os gestores dos armazéns de distribuição têm de planear o *layout* do sistema físico que gerem, da melhor maneira possível. A caracterização dos fluxos físicos que passam pelo armazém ajuda a entender como a rede de atividades logísticas é estruturada (Lepori *et al*, 2013).

Com as elevadas quantidades e diversidade de produtos que existem, assim como o grau de complexidade de algumas operações e processos, impõe-se, cada vez mais, o recurso a sistemas de gestão de armazém (WMS – *Warehouse Management Systems*) (Bowersox *et al*, 2013).

Segundo Dotoli *et al* (2015), um WMS é essencialmente um sistema de tecnologia de informação e comunicação, usado para o controlo físico da base de dados de um armazém e, assim, suportar e monitorizar a movimentação e armazenagem dos materiais, potenciando uma melhor arrumação dos mesmos. Desta forma, é possível ter o inventário sempre atualizado. Gue & Meller (2009), afirmam que a eficiência dos trabalhadores é também melhorada, com a utilização de um sistema como este na implementação de políticas de endereçamento de produtos, bem como nas operações de *dual command*, onde nas viagens de ida e volta existe arrumação e recolha de produtos.

Tendo em conta que cada armazém tem características diferentes, estes sistemas têm a vantagem de serem personalizáveis, adaptando-se a cada tipo de armazém, apresentando-se ainda mais vantajosos para aqueles que lidam com quantidades muito elevadas de encomendas.

As tecnologias de informação e comunicação converteram-se, portanto, num meio de agilizar, flexibilizar e melhorar a troca de informação e operações utilizadas na gestão de armazéns. É possível através deste tipo de tecnologias reduzir a complexidade nos fluxos de informação, melhorar o desempenho da coordenação dos processos bem como da estrutura organizacional inerente, aumentando a eficiência operacional e a rentabilidade da empresa. Desta maneira, é justificada a necessidade de implementação e incorporação destes sistemas na estrutura da organização (Espinal *et al*, 2010).

2.3 Desenho de Armazéns

O desenho de um armazém é uma das tarefas mais importantes e complexas de uma organização, com grande impacto a nível estratégico e ao nível dos custos logísticos, exigindo uma abordagem muito bem estruturada (Moody, 2005; Mourtzis *et al.*, 2019). O armazém deverá ser desenhado de forma a assegurar a segurança e proteção dos seus operadores e visitantes, com o principal objetivo de reduzir e evitar acidentes (particularmente aqueles em que estão envolvidos veículos e quedas), baixar os custos operacionais e de investimento.

Segundo Önüt, Tuzkaya & Doğaç (2008), existem três categorias genéricas de armazéns:

- Armazéns de distribuição – o armazém é um entreposto entre vários fornecedores e vários clientes;
- Armazéns de produção – estão junto de unidades fabris e permitem a armazenagem de produtos dessas unidades fabris entre processos produtivos ou antes da expedição para clientes e armazéns;
- Armazéns contratuais – são armazéns concebidos por empresas especializadas no sector logístico e que são utilizados para prestar serviços de armazenagem a terceiros.

Gu *et al.* (2010), após efetuarem um estudo que englobava 250 artigos relacionados com o tema, afirmaram que a conceção de um armazém envolve cinco decisões principais (figura 4): determinação da estrutura geral do armazém; dimensionamento do armazém e dos seus departamentos; determinação do *layout* detalhado dentro de cada departamento; seleção de equipamentos e seleção de estratégias operacionais.

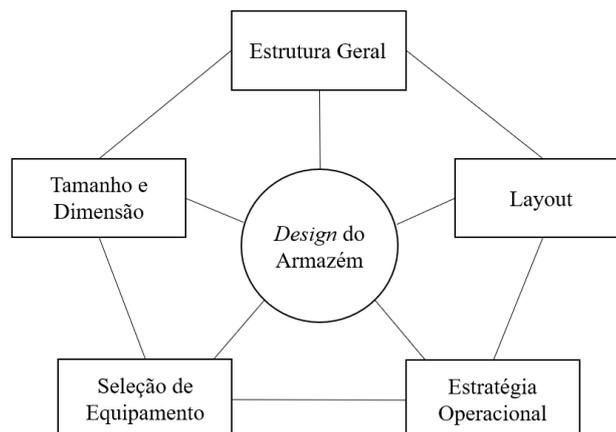


Figura 4 - Decisões para a conceção de um armazém (adaptado de Gu *et al.*, 2010)

Assim temos:

1. **Estrutura geral** – a estrutura geral determina o padrão dos fluxos de materiais no armazém, a especificação de departamentos funcionais e as relações de fluxo entre departamentos.
2. **Dimensão e tamanho** – as decisões de dimensionamento determinam o tamanho e a dimensão do armazém, bem como dos vários departamentos do mesmo, tendo um grande impacto ao nível dos custos de construção, inventário, reabastecimento e manuseamento de materiais.
3. **Layout** – o *layout* é a configuração detalhada do armazém, englobando o padrão de empilhamento, a orientação e o número, o comprimento e a largura dos corredores, assim como o número de docas/cais.
4. **Seleção de equipamentos** – as decisões de seleção de equipamentos determinam um nível de automação apropriado para o armazém selecionando os tipos de equipamentos para armazenamento e manuseamento.
5. **Estratégia operacional** – a estratégia operacional determina como o armazém será operacionalizado, determinando a estratégia de armazenamento e selecionando o método de *order-picking*.

Estas decisões devem proporcionar uma certa flexibilidade do *layout* do armazém, pois existem tarefas que ao longo do projeto poderão ser alteradas e, portanto, o *layout* previamente definido poderá conter erros.

A unidade de carga a utilizar no armazém condiciona a escolha do tipo de *layout* e o equipamento a utilizar no seu manuseamento, assim como diversos outros fatores. Consoante o tipo de produtos e a variedade de *layouts* apresentados por diversos autores, cada organização tentará adaptar-se da melhor maneira a um, ou a uma combinação de vários.

2.3.1 Problemas no desenho de armazéns

O problema do desenho de armazéns é definido como um *cluster* coerente de decisões. As decisões devem ser coerentes quando uma otimização sequencial não garante uma solução global ótima (Rouwenhorst *et al.*, 2000). Os problemas relacionados com o *layout* dos vários departamentos incluem problemas como o padrão de empilhamento dos blocos de paletes (profundidade dos corredores de armazenamento, número de corredores, altura, ângulo de posicionamento da paleta), *layout* do departamento de armazenamento (portas, orientação do corredor, comprimento e largura) e dimensão das *racks* de armazenamento e número de guindastes. Esses problemas de *layout* afetam o desempenho do armazém em relação aos custos de construção e manutenção, custo de manuseamento de material, capacidade de armazenamento, utilização de espaço e utilização de equipamentos (Gu *et al.*, 2010).

Os problemas do projeto do armazém podem ser organizados em três níveis (Van Den Berg & Zijm, 1999; Gu *et al.*, 2007; Gu *et al.*, 2010; Rouwenhorst *et al.*, 2000):

- Nível estratégico: decisões que têm impacto a longo prazo, principalmente decisões que dizem respeito a investimentos elevados. Os dois principais grupos são as decisões relativas ao projeto do fluxo do processo e as decisões relativas à seleção dos tipos de sistemas de armazenamento (Gu *et al.*, 2010; Rouwenhorst *et al.*, 2000).
- Nível tático: as decisões táticas têm um impacto menor que as decisões estratégicas, mas ainda requerem alguns investimentos e, portanto, não devem ser reconsideradas com muita frequência. As decisões táticas normalmente dizem respeito às dimensões dos recursos (tamanhos do sistema de armazenamento, mas também ao número de funcionários), à determinação do *layout* e a vários problemas organizacionais (Rouwenhorst *et al.*, 2000).
- Nível operacional: os processos devem ser realizados dentro dos limites estabelecidos pelas decisões estratégicas e táticas tomadas nos níveis mais altos. As principais decisões neste nível dizem respeito à atribuição de tarefas de reabastecimento aos operadores, alocação de produtos a locais que estejam livres, formação de lotes ou sequenciamento de pedidos, atribuição de docas para caminhões e seleção de estratégias operacionais para armazenamento (Gu *et al.*, 2007; Rouwenhorst *et al.*, 2000).

Face à diversidade de problemas envolvidos no projeto e operação de um armazém nem sempre é possível conseguir atender a todos os requisitos das operações de armazenagem (Gu *et al.*, 2007). A tabela 1 procura sintetizar esses problemas:

Tabela 1 - Problemas no desenho de armazéns

Nível	Problemas de <i>design</i>	Tipo de decisões
<i>Nível Estratégico</i>	Estrutura global	Fluxo de materiais
		Identificação das secções
		Localização das secções
<i>Nível Tático</i>	Dimensionamento	Dimensões do armazém
		Dimensões das secções
	<i>Layout</i> da secção	Padrão de blocos de empilhamento de paletes
		Orientação dos corredores
		Quantidade e dimensão dos corredores
		Localização das entradas e saídas
	Seleção de equipamentos	Nível de automação
		Seleção do equipamento de armazenagem
		Seleção do equipamento de manuseamento dos materiais
	<i>Nível Operacional</i>	Estratégia operacional
Seleção dos métodos de <i>picking</i>		

Para evitar a ocorrência de alguns problemas, uma boa visibilidade no interior do armazém é de extrema importância.

2.3.2 Visibilidade no Armazém

Para a criação de um ambiente de trabalho fluido e sem atrasos ou interrupções, é muito importante identificar corretamente os locais dentro e fora do armazém. Com melhor visibilidade e exposição de informação, as ações dos operadores são facilitadas e o processo torna-se mais simples, mesmo para os operadores com menor experiência (Pinto, 2014). Kobayashi *et al*, (2008), afirmam que a gestão visual permite tornar as coisas claramente visíveis utilizando cores, etiquetas ou símbolos. Para Baudin (2004), existem 6 métodos para melhorar a visibilidade num armazém:

1. Etiquetagem no pavimento do armazém;
2. Identificação dos cais de receção/expedição;
3. Identificação das zonas de armazém;
4. Identificação dos corredores de estanteria;
5. Separação dos locais de armazenamento;
6. Orientação da estanteria.

O primeiro ponto sugere a aplicação de um sistema de identificação que proporcione aos operadores de empilhadores, por exemplo, uma fácil e rápida comunicação do local onde se encontram, ou da localização de determinado produto. Os três pontos que se seguem, sugerem que todos os locais associados a operações logísticas, estejam devidamente identificados, facilitando o desempenho das operações nas diferentes áreas do armazém. O quinto ponto aplica-se a casos em que o produto não se encontra sobre uma palete ou outro equipamento de unitização de carga. Por fim, o sexto ponto indica que se deverá evitar a colocação dos módulos de estanteria em disposições que criem bloqueio visual.

Resumindo, a gestão visual tem de facto uma elevada importância, pois permite uma transmissão de informação de forma dinâmica e a fácil comunicação entre as diversas pessoas envolvidas nos processos (Ortiz & Park, 2011).

2.3.3 *Layout* de Armazém

Quando pensamos em definir o *layout* de um armazém devemos ter como base a eficiência e eficácia do mesmo para que a redução de custos seja atingida. O *layout* engloba o planeamento, desenho e arranjo físico das zonas dentro de um armazém, onde têm lugar as referidas operações logísticas. Uma boa definição e adequação do *layout*, possibilita uma melhor utilização dos recursos, diminui possíveis dificuldades e obstáculos na realização das operações logísticas, satisfazendo igualmente outros critérios como a segurança, o controlo, a qualidade, entre outros (Martin-Vega & Maynard, 2004). O manuseamento dos produtos nas diversas atividades realizadas no armazém origina deslocações por parte dos colaboradores, que devem ser minimizadas, aproximando fisicamente as zonas de maior interação. Numa outra perspetiva, a fácil identificação da localização dos produtos armazenados permite também respostas mais

rápidas e erros menores. Assim através da diminuição da distância percorrida, o tempo é reduzido e a qualidade é aumentada (Carvalho *et al.*, 2012).

Segundo Carvalho *et al.* (2012), a distância total percorrida é dada pela equação seguinte:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} \times D_{ij}$$

D_{ij} = Distância entre a área i e a área j

T_{ij} = Nº de deslocações entre a área i e a área j

n = Nº de áreas existentes

É de notar que dentro do armazém existem dois tipos de movimento principais:

- *Inbound*: Receção → Zona de armazenagem (atividade de arrumação) → Receção
- *Outbound*: Preparação/Expedição → Zona de armazenagem (atividade de *picking*) → Preparação/Expedição

Assim, o objetivo é definir a localização das diferentes áreas por forma a que as distâncias entre estas (D_{ij}) permitam minimizar a distância total percorrida, tendo em conta o espaço disponível. Para alcançar este objetivo, é necessário definir qual o critério para separar e agrupar os produtos dentro do armazém, sendo que podem ser utilizados diferentes critérios (Carvalho *et al.*, 2012; Coimbra, 2009; Hales, 2006), nomeadamente:

- Número de movimentos de entrada e saída;
- Rotação;
- Volume (m³);
- Peso;
- Tipo/características do produto;
- Fornecedor ou cliente;
- Conjugação destes e de outros critérios.

Após a escolha do critério a utilizar, as localizações podem então ser definidas e a eficiência e eficácia aumentadas.

2.3.3.1 Fluxo de armazenagem

Tendo em conta a tipologia, podemos classificar o *layout* de duas formas: fluxo direcionado e fluxo quebrado (em U). Os armazéns com fluxo direcionado apresentam menores congestionamentos dentro e fora do armazém, uma vez que as tarefas de receção e expedição se

encontram em locais opostos. A segunda tipologia permite a redução das distâncias percorridas pelos operadores nas atividades de arrumação e *picking* (Carvalho *et al.*, 2012). A figura 5 ilustra estes dois tipos de fluxo dentro do armazém.

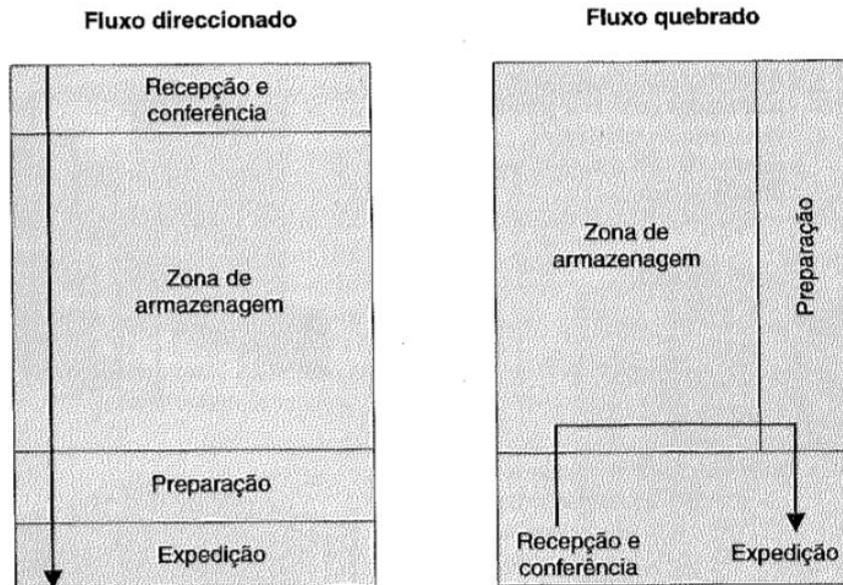


Figura 5 - Tipos de fluxo dentro do armazém (fonte Carvalho *et al.*, 2012, p.231)

Depois de definida a tipologia do fluxo no armazém, será importante perceber cada uma das atividades no decorrer do fluxo.

Segundo Ballou, (2004) existem quatro linhas orientadoras para a escolha do *layout*:

1. **Complementaridade** – os produtos de cada fornecedor/cliente devem ser acondicionados no mesmo local ou em locais próximos;
2. **Popularidade** – os produtos apresentam taxas de rotação distintas pelo que o custo de manuseamento pode ser diminuído se aqueles que têm uma taxa mais alta ficarem próximos do local de consumo;
3. **Tamanho** – os produtos podem ser organizados pelo seu volume;
4. **Compatibilidade** – os produtos que não são compatíveis devem ficar em locais distintos.

2.3.3.2 Operações básicas de armazenagem

O principal desafio enfrentado nos armazéns é oferecer o melhor nível de serviço ao cliente, através de níveis de stock mínimos. O ideal seria reduzir ao máximo o tempo de entrega, para que os níveis de competitividade da empresa, no mercado, aumentassem (Coimbra, 2009).

Para que tal aconteça, é necessário que os produtos sejam recebidos e armazenados de forma rápida, que também o *picking* seja efetuado rapidamente e que os movimentos de entrada e saída estejam sincronizados para que seja reduzida a quantidade de bens armazenados. Em

suma, os fluxos que se devem verificar no armazém devem garantir que o material enviado é o correto, na quantidade certa, sem danos e da forma mais eficiente possível (Coimbra, 2009). Assim, os requisitos básicos nas operações dentro de um armazém assentam na receção de unidades de manutenção de *stock* (SKU's – *Stock Keeping Units*).

Segundo Rouwenhorst *et al.* (2000), o fluxo de itens através do armazém pode ser dividido em quatro atividades distintas: receção, armazenamento, recolha de pedidos (*picking*) e expedição.

Por outro lado, diversos autores afirmam que o processo de armazenagem acarreta seis atividades desde a entrada até à saída dos produtos do armazém (Den Berg & Zijm, 1999; Carvalho *et al.*, 2012; Coimbra, 2009; Gu *et al.*, 2007):

- **Receção:** a receção de mercadorias envolve a entrada do material no armazém, podendo englobar a programação das chegadas, a chegada dos veículos e alocação dos mesmos aos locais de descarga e a descarga física da mercadoria utilizando o equipamento de manuseamento (porta-paletes, empilhadores, entre outros);
- **Verificação:** trata-se do controle da mercadoria que é efetivamente rececionada, relativamente à encomenda efetuada. Se durante a verificação da mercadoria forem detetadas irregularidades, o material terá de ser devolvido, iniciando-se o processo de devolução. Nesta operação é, eventualmente, definida a localização da mercadoria na zona de armazenagem;
- **Arrumação:** corresponde ao armazenamento do material. O método utilizado para definir a arrumação do material poderá ter um impacto significativo na eficiência do manuseamento e movimentação do mesmo dentro do armazém e na sua taxa de utilização;
- **Picking:** é a seleção/recolha do material armazenado de acordo com as necessidades despoletadas pelos clientes;
- **Preparação:** consiste na preparação do material para a fase de expedição. É importante verificar se todo o material está em perfeitas condições de ser entregue e, de seguida, proceder à sua cintagem ou filmagem;
- **Expedição:** corresponde ao envio do material; nesta operação é ainda englobada a consolidação das cargas junto aos cais onde se irá efetuar o carregamento do veículo.

No caso de um armazém de expedição a estas seis atividades pode ainda acrescentar-se um processo mais recente, o **cross-docking**, que foi criado no início do milénio pela *Walmart*. Este é um processo que tem chamado a atenção das organizações pela redução de custos de inventário e tempo de expedição associados ao mesmo, e aumento da área livre para armazenagem, uma vez que os produtos rececionados passam diretamente para a zona de expedição, sem serem

armazenados. Desta forma, as instalações servem apenas de ponto de coordenação e transferência (Li, 2007; Simchi-Levi, Kaminsky & Simchi-Levi, 2003).

Na figura 6 estão ilustradas as atividades que ocorrem no armazém e os fluxos que existem entre elas.

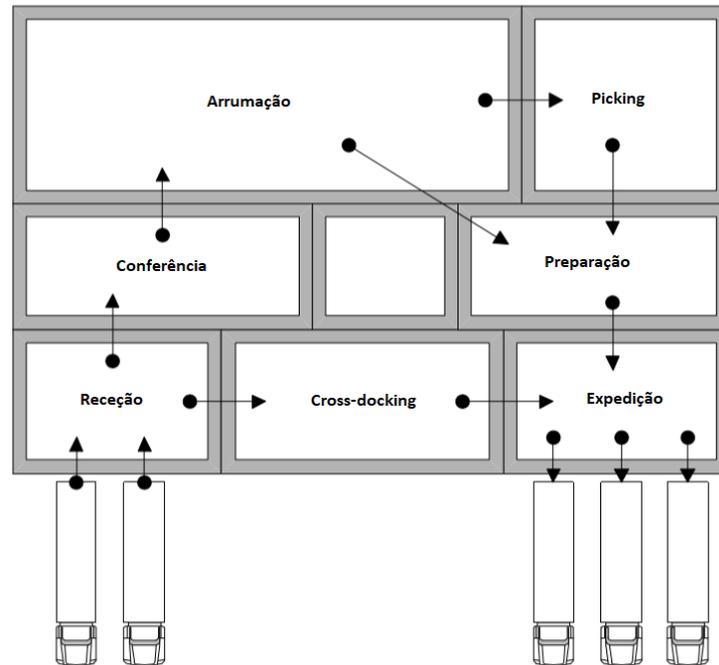


Figura 6 - Atividades e fluxos no armazém (adaptado de Frazelle, 2016)

A preparação e a expedição são as últimas atividades que se realizam no armazém, de modo a satisfazer as encomendas dos clientes.

Tendo em conta a temática abordada no projeto serão desenvolvidas com maior rigor as atividades de arrumação e *picking*.

2.3.3.3 Métodos de armazenagem

A atividade de arrumação poderá ter um impacto significativo na eficiência do manuseamento e movimentação dos produtos dentro do armazém e na sua taxa de utilização. Contudo, este impacto está dependente do método utilizado para definir a arrumação.

Segundo de Koster, Le-Duc, & Roodbergen (2007), os principais métodos para armazenagem são: armazenagem aleatória, armazenagem baseada na procura, armazenagem dedicada, armazenagem por classes e armazenagem com localização mais próxima. Temos, assim, segundo esses autores:

- **Armazenagem aleatória** – tal como o próprio nome indica, este é um método em que é atribuída uma localização aleatória para cada artigo que é recebido no armazém. Todos os locais vazios têm a mesma probabilidade de serem ocupados. No caso de a armazenagem estar organizada por zonas de atividade, as viagens

tornam-se mais curtas. Por outro lado, se esta organização não se verificar, as viagens por norma são mais longas.

- **Armazenagem baseada na procura** – este método tem como base a localização dos artigos de acordo com a frequência da sua procura, isto é, os produtos com maior volume de saída ficam localizados em locais mais acessíveis enquanto os produtos com menos saída ficam em locais com menos acessibilidade no armazém. No entanto, este método de armazenagem diminui a eficiência e flexibilidade do armazém, visto que em cada encomenda seria necessário redefinir elevados níveis de *stock* e atualizar sistematicamente a informação.
- **Armazenagem dedicada** – neste tipo de armazenagem os artigos são alocados a um local específico, ou seja, o artigo é armazenado sempre no mesmo local e mais nenhum artigo pode ser armazenado nessa localização, mesmo que esta se encontre vazia. Um dos pontos negativos deste método é a necessidade de reservar espaço suficiente para ser possível armazenar o nível máximo de *stock* de cada artigo, originando um grande desperdício de espaço. Por outro lado, a familiarização dos operadores com os locais de armazenagem é uma vantagem. Aquando da alocação dos artigos, é necessário ter em consideração o seu peso, colocando os mais pesados em baixo e os mais leves em cima.
- **Armazenagem por classes** – este método resulta da adaptação de vários métodos como a armazenagem baseada na procura, armazenagem aleatória e armazenagem dedicada. A armazenagem por classes, baseia-se na Análise de Pareto, onde todos os artigos em *stock* são classificados em três classes de acordo com critérios específicos, sendo por norma divididos tendo em conta a sua popularidade. A cada classe é atribuída uma zona específica no armazém, e nessa área são armazenados de forma aleatória.
- **Armazenagem com localização mais próxima** – os operadores podem selecionar o local onde pretendem armazenar o artigo. Geralmente, a primeira localização vazia será a selecionada para a armazenagem. Assim, as estantes mais próximas da zona de operação tendem a estar completas mais rapidamente, enquanto as mais afastadas tendem a estar vazias.

Carvalho *et al.* (2012), sintetizou, porém, os métodos de localização em apenas três (localização fixa, aleatória e mista):

- **Método de localização fixa:** tal como o próprio nome indica, fixa uma localização no armazém para cada produto, de acordo com, por exemplo, uma política de armazenamento baseada em classes, que aloca grupos de produtos por zonas, geralmente com base na sua rotatividade (ver secção 3.1.3. Análise ABC) (Rouwenhorst *et al.*, 2000). Este é um método simples, contudo apresenta como desvantagem a subutilização do espaço. O espaço necessário para cada referência terá de ser estimado para o *stock* máximo e, como os níveis máximos de *stock* nunca são atingidos em simultâneo, existirão, na grande maioria do tempo,

espaços vazios no armazém. Por outro lado, o armazém poderá não ter capacidade para armazenar os níveis máximos de *stock*, o que se tornará um problema, na eventualidade de não ser possível aumentar o espaço de armazenagem.

- Método de localização aleatória:** os produtos são localizados no armazém aleatoriamente tendo em conta os espaços de armazenagem vazios naquele momento, permitindo que o operador tome a decisão (Rouwenhorst *et al.*, 2000). Assim, é possível preencher os espaços vazios à medida que os produtos vão sendo rececionados, obtendo-se uma elevada utilização do mesmo. É também muito flexível, permitindo a fácil adaptação a variações nas quantidades a armazenar. Contudo este método leva à localização da mesma referência em locais diferentes e, muitas vezes, muito dispersos, conduzindo a um aumento das distâncias percorridas pois, por um lado, podem ser localizadas referências com um elevado número de movimentos de saída numa zona afastada do armazém como, por outro, o facto de a mesma referência estar em locais diferentes aumenta a distância percorrida no *picking* da encomenda.
- Método localização mista:** resulta da combinação dos dois métodos descritos anteriormente. Desta forma, a área de armazenagem é subdividida em zonas de acordo com o critério de localização (fixa e/ou aleatória).

Os três métodos de arrumação são ilustrados na figura 7:

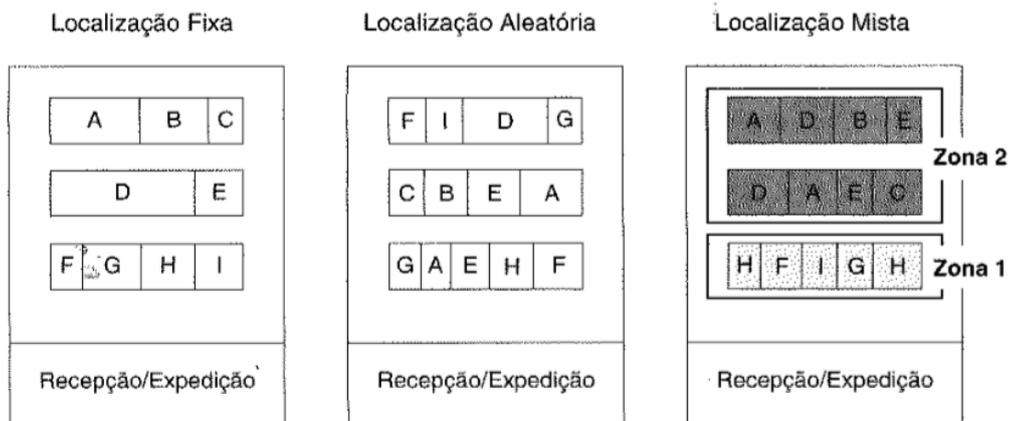


Figura 7 - Métodos de localização (fonte Carvalho et al., 2012, p.308)

Perguntas como o tipo de produto, a quantidade em que é armazenado e em quanto tempo deve ser reabastecido, devem ser colocadas na fase do projeto do armazém para que sejam evitados problemas futuros (Rouwenhorst *et al.*, 2000).

2.3.3.4 Sistemas de Armazenagem

Segundo Hompel & Schmidt (2007), os sistemas de armazenagem são classificados em sistemas estáticos e sistemas dinâmicos, dependendo se existe uma realocação durante o

processo de armazenagem. Existem diversos parâmetros para a escolha de um sistema de armazenagem, sendo os principais:

- O número de artigos diferentes;
- Dimensões e pesos dos artigos;
- Quantidade de cada artigo;
- Espaço para armazenagem;
- Estratégia organizacional.

Os sistemas mais comumente utilizados são descritos na tabela 2, classificados tendo em conta a sua aplicação e os requisitos no controlo do sistema.

Tabela 2 -Sistemas de armazenagem (adaptado de Hompel & Schmidt, 2007)

Característica	Tipo	Descrição	Vantagens
Estrutura	Armazenagem no chão (<i>Ground storage</i>)	Os produtos são armazenados diretamente no chão e empilhados se necessário.	- Armazenagem barata de grandes quantidades de alguns artigos
	Armazenagem em estantes (<i>Shelf storage</i>)	Os produtos são armazenados em estantes.	- Acesso direto a um grande número de artigos; - Alta utilização de espaço.
Tipo	Armazenagem em bloco (<i>Block storage</i>)	Os produtos são empilhados em cima uns dos outros, lado a lado, um depois do outro.	- Alta utilização de espaço e distâncias curtas de operação.
	Armazenagem em linha (<i>Line storage</i>)	Os produtos empilhados em cima uns dos outros, lado a lado, um depois do outro, mas com corredores entre <i>racks</i> .	- Acesso direto a um grande número de artigos.
Localização	Armazenagem estática (<i>Static storage</i>)	Os produtos mantêm a localização desde a arrumação até à expedição	- Tecnologia de armazenagem barata.
	Armazenagem dinâmica (<i>Dynamic storage</i>)	Os produtos podem ser movidos depois da sua arrumação	- Distâncias curtas de operação. - Acesso direto, apesar da utilização de alto volume.

No caso da armazenagem no chão, a altura do empilhamento depende das características dos produtos e/ou das embalagens, do manuseamento e do *layout*. Este sistema tem como

vantagens a sua simplicidade, os baixos custos de investimento, a sua adaptabilidade, flexibilidade e ainda uma melhor utilização do espaço horizontal. Por outro lado, apenas os produtos que se encontram na linha da frente, têm acesso livre e, assim, este sistema apenas pode ser usado em armazéns que utilizem a regra LIFO (*Last In First Out*), em detrimento da regra FIFO (*First In First Out*) O armazenamento no chão tanto pode ser em bloco como em linha. De forma a melhorar o acesso às unidades de carga o armazenamento em linha, em comparação com o armazenamento em bloco, tem os produtos dispostos de maneira a que cada coluna esteja localizada num corredor (Hompe & Schmidt, 2007) porém, assim, a utilização do espaço é reduzida. Os dois tipos de armazenamento estão ilustrados na figura 8.

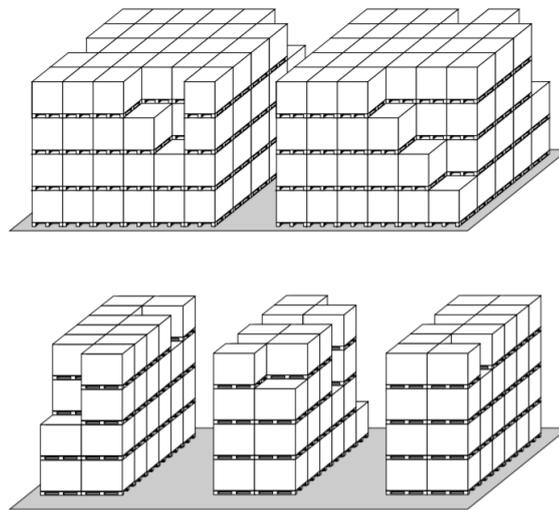


Figura 8 - Empilhamento no chão: em bloco (em cima); em linha (em baixo) (fonte Hompe & Schmidt, 2007, p.93)

O sistema de armazenamento em estantes (sistema de *racks*), é normalmente utilizado tendo em vista uma melhor utilização do espaço vertical e um melhor acesso aos produtos. Cada produto é colocado numa prateleira específica, permitindo um armazenamento eficiente. Uma grande vantagem deste sistema é a atribuição clara de localizações aos produtos e a implementação de estratégias, como a do FIFO. Além disso, os produtos podem ser armazenados com profundidade dupla ou tripla, se utilizada uma tecnologia de manuseamento adequada. No entanto, a maioria destes sistemas, são apenas adequados para um único tipo de produto (ou embalagem) e apresentam limitações na utilização do espaço horizontal, uma vez que existem muitos corredores (Hompe & Schmidt, 2007).

Existem vários sistemas de *racks*, dependendo do tipo de produtos armazenados: *pallet racks*, *cantilever rack*, *line racks*, *drive-in and drive-through racks*, *lift systems*, entre outros (Carvalho et al., 2012; Hompe & Schmidt, 2007). A figura 9 mostra dois exemplos de sistemas de *racks* estáticos, nomeadamente o *drive-in* à esquerda e o *pallet rack* à direita.

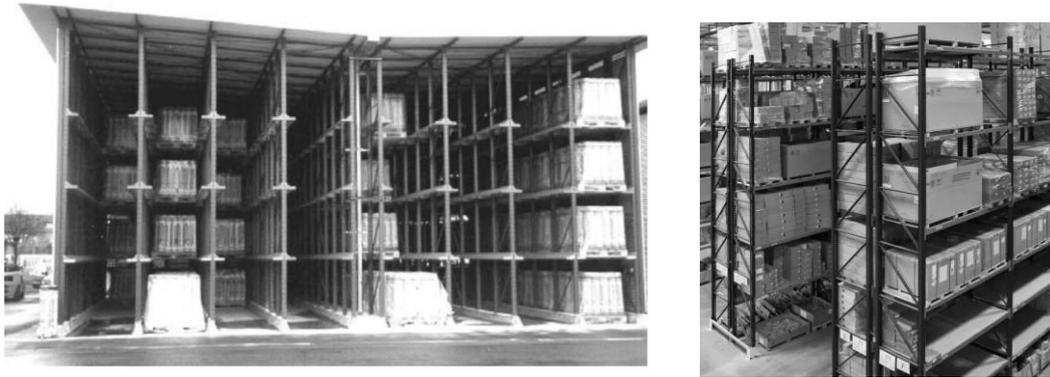


Figura 9 - *Drive in rack* (esquerda) (fonte Hompel & Schimdt, 2007, p.101) e *pallet rack* (direita) (fonte Ma, 2020)

Cada vez mais os armazéns estão a ser desenhados para serem dinâmicos, isto é, os produtos são movidos desde o armazenamento até à expedição por mecanismos automáticos de transporte. Armazéns deste tipo apresentam vantagens, como a redução de distâncias percorridas pelos materiais até à respetiva saída, níveis de desempenho superiores e a utilização dos benefícios de um armazenamento em bloco e em linha. Contudo, para promover esta dinamização/automatização nos armazéns, são necessários investimentos muito elevados em equipamentos e sua manutenção, e no espaço necessário para armazenagem (Hompel & Schmidt, 2007).

Existem vários sistemas de *racks* que possibilitam a dinamização/automatização da armazenagem, como por exemplo, carrosséis horizontais e verticais, autoportantes, *flow rack* e *roller pallet systems* (Carvalho et al., 2012; Hompel & Schmidt, 2007). Na figura 10 são apresentados dois exemplos de sistemas de *racks* dinâmicos, nomeadamente um carrossel vertical, à esquerda, e um *flow rack* com *conveyor* (tapete de rolos), para a realização de *order-picking*, à direita.



Figura 10 - *Rack* rotativo vertical (esquerda) e *flow rack* com *conveyor* (direita) (fonte Hompel & Schmidt, 2007, p.104-106)

2.3.3.5 Métodos de *Picking*

Após a recepção e armazenamento dos produtos, a atividade de *picking* é despoletada pelas necessidades dos clientes, ou seja, pela recepção de encomendas por parte destes. É então necessário fazer a recolha correta dos produtos, nas quantidades pretendidas pelo cliente. O serviço ao cliente começa, portanto, na atividade de *picking*, daí esta ser alvo de grande atenção, pois terá impacto no tempo, custo e qualidade logística da empresa. Quanto mais rápido, eficiente e eficaz for o *picking*, mais rápida, com menor custo e maior qualidade será a entrega ao cliente.

Segundo Carvalho *et al.* (2012), existem quatro métodos de *picking*:

- ***Picking by order***: no *picking* por encomenda ou por cliente, o operador (*picker*) é responsável por uma encomenda e terá de satisfazer todos os requisitos dessa mesma encomenda e, só depois de satisfeitos, é que passará para a seguinte. Desta forma, o operador tem de percorrer todas as localizações de referências presente na encomenda que tem em mãos, deslocando-se à mesma localização, em momentos diferentes, se for necessário. Este método é simples e reduz a possibilidade de erros, sendo indicado para encomendas grandes (com muitas linhas de referências). É, contudo, um método pouco eficiente uma vez que se despende muito tempo para recolher toda a encomenda.
- ***Picking by line***: no *picking* por linha ou por produto é definida uma rota, de forma a minimizar a distância total percorrida, para recolha dos produtos e o operador recolhe em cada localização a quantidade necessária para satisfazer várias encomendas em simultâneo. Desta forma a produtividade é aumentada, mas a propensão para erros é também maior. É um método indicado para encomendas pequenas.
- ***Zone picking***: no *picking* por zona, o armazém está dividido por zonas, com um operador alocado a cada zona, recolhendo todos os produtos que estão na sua zona para cada encomenda. Os produtos são colocados numa área de consolidação, para lá serem completadas as encomendas. Cada *picker* trabalha apenas numa encomenda, contudo vários operadores poderão trabalhar na mesma encomenda em simultâneo. Este método pode ser utilizado de duas formas: sequencial ou simultânea. No *zone picking* sequencial, as encomendas passam de zona para zona de forma sequencial. No *zone picking* simultâneo, a encomenda é trabalhada nas várias zonas em simultâneo e é consolidada no final. Este é um método parecido com o *picking by order*, mas com a particularidade de ser dividido por zonas. Desta forma é possível obter maior produtividade do que no *picking by line*, uma vez que os operadores estão familiarizados com as localizações dos produtos, as colisões entre operadores são evitadas e a propensão para a ocorrência de erros é baixa (embora não tão baixa como no *picking by line*). Contudo, devido à diversidade de encomendas, poderão existir colaboradores mais sobrecarregados e outros sem trabalho em determinados momentos.

· **Batch picking:** no *picking* por lote, o operador trabalha com um conjunto de encomendas, uma linha de cada vez. Assim, quando o operador tem a mesma referência de produto em várias encomendas, recolhe em simultâneo para todas elas e no final separa os produtos por encomenda. Quanto maior o número de encomendas por operador maior será a sua produtividade, contudo a possibilidade de ocorrência de erros também será maior. Assim deverá escolher-se o número de encomendas em função da produtividade e qualidade do *picking*.

2.3.3.6 Equipamentos de transporte/apoio à armazenagem

Cada equipamento de transporte, deverá ter associado um determinado tipo de operação logística. Uma vez que existem vários tipos de equipamentos de apoio à armazenagem, a função de alguns é a movimentação de cargas dentro do armazém e outros servem para a organização das cargas dentro do armazém, reduzindo o esforço de trabalho humano e, em simultâneo, reduzindo também o tempo despendido no manuseamento, processamento e movimentação de produtos/materiais.

Especialmente para operações de descarga de contentores, poder-se-á introduzir o uso de um transportador de rolos (figura 11-a)), por exemplo. Para operações de *picking* poder-se-ão utilizar diferentes tipos de transportadores, dependendo da estratégia de *picking*. Os equipamentos mais comuns são transportadores hidráulicos ou porta-paletes elétricos (figura 11-b)), comboios logísticos (figura 11-c)) e empilhadores (figura 11-d)), sendo este último não só o mais utilizado como também o que, possivelmente, é mais antigo entre os veículos utilizados para manusear materiais. Existem ainda equipamentos que permitem, por serem articulados, reduzir a largura dos corredores, possibilitando o ganho de espaço (figura 11-e)).

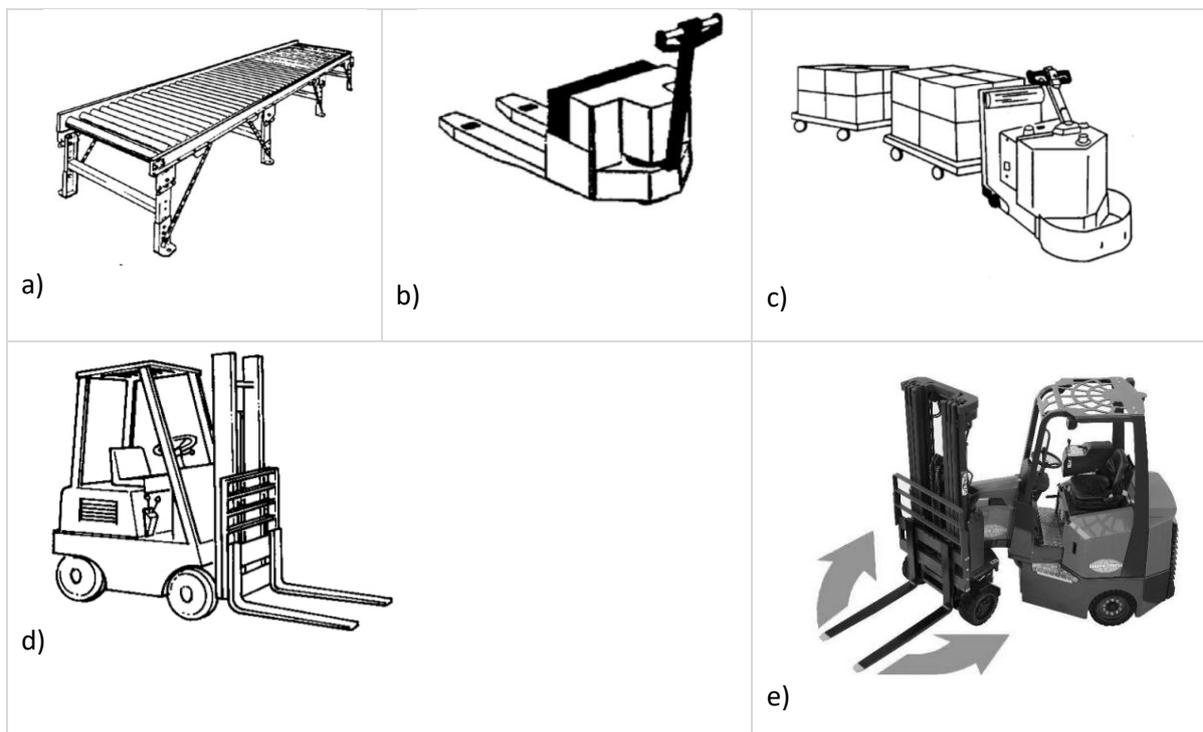


Figura 11 - Equipamentos de transporte/apoio ao manuseamento: a) Transportador de rolos; b) Porta-paletes elétrico; c) Comboio logístico; d) Empilhador usual; e) Empilhador Aisle-Master (fonte a),b),c),d) - Kay, 2012; e) - Aisle-Master, 2020)

De acordo com Tshibangu (2014), um *Forklift Fleet Management System* (FFMS), ou seja um sistema de gestão de veículos, neste caso, de empilhadores, para organizações, terá uma enorme utilidade para a gestão de armazéns, uma vez que, providenciará uma variedade de informação útil à supervisão do armazém, como por exemplo, a localização aproximada de cada veículo de transporte, em tempo real; o tempo de permanência do operador no equipamento; o tempo em que o veículo esteve em movimento; e registo de impactos, no caso de colisões que resultem em prejuízos ou danos, possibilitando a identificação do operador responsável por este evento.

2.3.3.7 Equipamentos de acondicionamento

A base mais utilizada universalmente para acondicionamento e movimentação de cargas é a palete, que consiste numa plataforma portátil para a montagem de produtos com o objetivo de criar uma unidade de carga para manuseamento e armazenagem. O material mais utilizado para a sua construção é a madeira, por ser um material barato e facilmente reciclável, embora existam outros materiais que poderão ser uma alternativa à madeira. A escolha do material a utilizar depende da capacidade de carga necessária, da durabilidade esperada, dos requisitos das cargas, das condições de manuseamento e do tipo de armazenagem. A estabilidade, integridade e eficiência de carga de uma palete dependem do padrão no qual os objetos são empilhados, pois um padrão eficiente de colocação pode armazenar mais material no mesmo espaço (Twede *et al*, 2015). Desta forma, é possível o transporte de maiores quantidades de materiais em menos

viagens dentro do armazém, reduzindo-se assim, aproximadamente um terço do custo de manuseamento (Liebeskind, 2005).

Existe uma grande variedade de medidas para as paletes, diferindo de país para país ou do tipo de cargas movimentadas, sendo que, na Europa, as medidas mais utilizadas são as da paleta europeia/*europallet* (1200 x 800 milímetros) e as da paleta americana/universal/ISO (1200 x 1000 milímetros) (Tiba Portugal, 2015).

2.4 Avaliação e Indicadores de desempenho (*KPI's*)

Numa economia global e competitiva, as organizações devem ter especial atenção à análise dos seus dados históricos de modo a melhorarem a gestão dos seus departamentos e a previsão de alterações que possam acontecer no mercado. Desta forma, as medidas e métricas de desempenho são fundamentais para uma correta e eficiente gestão logística (Gunasekaran & Kobu, 2007). Existem inúmeros indicadores capazes de avaliar o funcionamento do armazém e a *performance* do *layout* implementado. Segundo Barone *et al* (2011), um indicador ou *KPI* (*Key Performance Indicator*) é uma medida ou métrica que avalia o desempenho em relação a algum objetivo. Dependendo dos objetivos de cada empresa, os indicadores utilizados sofrem variações. Mesmo assim, os principais fatores de avaliação de desempenho na armazenagem são a gestão do espaço e tempo (Ackerman & Van Bodegraven, 2007). A utilização dos designados Indicadores de Desempenho (*KPI's*) mostra-nos resultados que permitem medir o sucesso de uma organização com o objetivo de avaliar, analisar, decidir e, se necessário, alterar um processo. Nos armazéns, os *KPI* avaliam o desempenho de fatores essenciais para a avaliação das suas principais funções: o serviço ao cliente, a distribuição e a armazenagem. Estes indicadores englobam temas como a eficiência do trabalho manual e dos equipamentos, os custos, os tempos, a flexibilidade e qualidade do sistema, entre outros (Li & Meissner, 2010).

De acordo com Tompkins & Smith (1998), é possível fazer uma análise ponderada de alguns fatores básicos internos e externos, de forma a realizar uma avaliação geral das operações no armazém :

1. **Serviço ao consumidor** - Aceitação da empresa por uma alta percentagem de clientes importantes, medições de ciclos de encomenda-expedição e a taxa de ordens completas.
2. **Sistemas de controlo** - Quantidade de documentos utilizados na conservação da integridade dos dados, eficiência dos sistemas de computação e controlo.
3. **Exatidão do inventário** - O abastecimento correto por parte dos fornecedores, o serviço ao consumidor, as operações intermédias e a integridade do sistema dependem da disponibilidade e precisão do inventário.
4. **Utilização do espaço** - Estimativa total do espaço utilizado no armazém, calculando o total de cada área funcional e a sua utilização. Comparação deste cálculo com a capacidade máxima, de forma a determinar a utilização operacional do armazém.
5. **Produtividade do trabalho** - Medição do trabalho efetivo relativo aos processos estabelecidos e padrão.
6. **Layout das instalações** - Baseia-se na utilização do espaço, o manuseamento do material e o custo de armazenamento em relação ao custo dos equipamentos, utilização do espaço, materiais danificados e trabalho de manuseamento.
7. **Equipamentos** - Adequação dos diferentes equipamentos a cada operação e a sua utilização eficiente nas instalações.
8. **Instalações** - Localização, disponibilidade, iluminação, serviços para o pessoal laboral, proteção contra incêndios, entre outros.
9. **Limpeza e segurança** - Avaliação em relação a *standards* de performance operacionais, industriais e governamentais.

Com a medição e avaliação de alguns indicadores de desempenho as empresas conseguirão antecipar diversos problemas e obter maior rentabilidade.

3. Estudo prático

Neste capítulo é realizada a apresentação do grupo e da empresa onde ocorreu o desenvolvimento deste projeto, assim como o seu processo produtivo. É ainda apresentada uma contextualização e caracterização do problema em estudo.

3.1 Descrição do Grupo e da Empresa

Neste ponto será feita uma breve descrição do grupo, seguida da descrição da empresa, pertencente ao Grupo Amorim, onde decorreu o trabalho: Amorim Cork Flooring S.A..

3.1.1 Corticeira Amorim – 150 anos a fazer história

A Corticeira Amorim nasceu em 1870, quando António Alves Amorim decidiu fundar uma pequena fábrica de produção de rolhas para o vinho do Porto, negócio que, apesar de algumas vicissitudes, foi ampliado pela segunda geração da família, com o início da exportação para o Brasil. Em 1950, a terceira geração Amorim, os irmãos José, António, Américo e Joaquim Ferreira de Amorim, assumem o comando da empresa. Partilhando os mesmos valores e a paixão pela cortiça, os quatro irmãos formaram uma equipa coesa (Amorim Cork Flooring, 2019).

Ainda na década de 1950, Américo Amorim viaja pelos quatro cantos do mundo, tomando o pulso a novos mercados e a novas oportunidades de negócio, estabelecendo pontes importantes no mundo, mesmo em países mais fechados ou de mais difícil acesso. “Nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto», a máxima de Américo Amorim, é, ainda hoje, lema da Corticeira Amorim (Amorim Cork Flooring, 2019).

Guiada pela visão e audácia de Américo Amorim, a Corticeira Amorim, em poucos anos, altera radicalmente o perfil da indústria corticeira portuguesa: expande e reforça a sua base industrial, verticalizando o negócio; desenvolve novas aplicações, como os aglomerados, os isolamentos e os revestimentos; promove o conhecimento da cortiça além-fronteiras; fomenta o controlo de qualidade, a investigação e a inovação (Amorim Cork Flooring, 2019).

Em 1988 a empresa entra em bolsa e hoje, após mais de 30 anos, a Corticeira Amorim, tem presença em mais de 100 países nos cinco continentes e permanece cotada, integrando o principal índice da *Euronext Lisbon*, o PSI 20 (Amorim, 2020; Curvelo, 2018).

Com a viragem do milénio, e a chegada da quarta geração Amorim à liderança, a Corticeira Amorim ganha renovada ambição. António Rios de Amorim assume a presidência da empresa e a sua paixão pelo material, a sua capacidade de trabalho e de motivar equipas, a sua ampla e integrada visão sobre toda a fileira, impelem a empresa na busca da excelência, promovendo o conhecimento, a investigação, a criatividade, a inovação e a sustentabilidade.

Hoje o grupo conta com mais de 4.400 pessoas que, espalhadas por todo o mundo, partilham valores – orgulho, ambição, iniciativa, sobriedade, atitude – e conjugam trabalho e talento para consolidar a notoriedade da cortiça, enquanto matéria-prima natural, sustentável e inigualável.

A Corticeira Amorim é hoje líder incontestável no sector da cortiça, um caso singular de atividade económica e social em harmonia com a Natureza. O grupo que celebra 150 anos de história, assumiu desde cedo a liderança no setor, contribuindo como nenhuma outra para a economia portuguesa e para a inovação e divulgação da cortiça. É a maior empresa mundial de produtos de cortiça e a mais internacional das empresas portuguesas (Amorim, 2020). A empresa compreendeu o potencial ilimitado desta matéria-prima 100% natural, transformando-a em objeto de eleição numa sociedade cada vez mais informada e atenta aos problemas ambientais que advêm das suas escolhas (Amorim, 2020).

O Grupo Amorim tem um diversificado portfólio de negócios, abrangendo áreas como turismo, imobiliário, têxteis, entre outros. O seu modelo organizacional (figura 12) está assente em cinco unidades de negócio: Amorim Florestal, S.A., Amorim & Irmãos, S.G.P.S., S.A., Amorim Cork Flooring, S.A., Amorim Cork Composites, S.A. e a Amorim Isolamentos, S.A.. Cada uma destas unidades é especializada num segmento da indústria da cortiça, respetivamente: matéria-prima, rolhas, revestimentos, aglomerados e isolamentos. O projeto descrito neste relatório desenvolveu-se na Amorim Cork Flooring S.A..

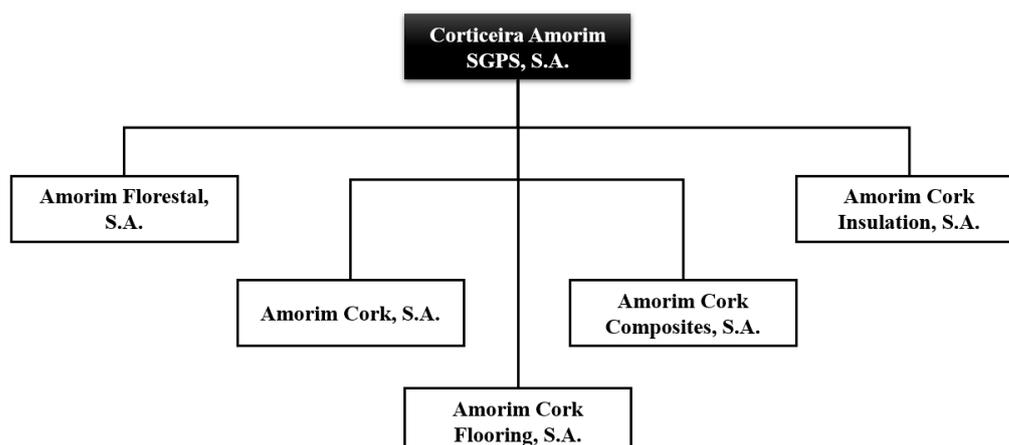


Figura 12 - Modelo organizacional Corticeira Amorim SGPS, S.A.

3.1.2 Amorim Cork Flooring S.A.

A Amorim Cork Flooring (ACF), antes denominada Amorim Revestimentos, é líder mundial na produção e distribuição de revestimentos de solo e paredes em cortiça. Formada em 1996, resulta da fusão das empresas Inacor, S.A. - uma unidade fabril de aglomerados de cortiça – e Ipocork, S.A. – indústria de pavimentos e decoração (Amorim Cork Flooring, 2019).

Ao combinar métodos tradicionais de produção com a mais recente tecnologia, a atividade de negócio da ACF prende-se com a produção e comercialização de revestimentos com cortiça - um material amigo do ambiente e cujas características a ciência não consegue superar. Possui duas unidades industriais em Portugal: a Amorim Cork Flooring Oleiros (ACFO), com uma

produção orientada para os pavimentos flutuantes e Amorim Cork Flooring Lourosa (ACFL), especializada nos revestimentos de parede e pavimentos fixos.

Fortemente orientada para os mercados externos a Amorim Cork Flooring dispõe de uma rede de distribuição (ver figura 13), presente em diversos países europeus, nos Estados Unidos da América e no Japão, através de um conjunto de empresas intituladas de Unidades de Distribuição ou *Sales Companies*, que asseguram a comercialização, distribuição e assistência técnica nos diferentes mercados. Estas Unidades controlam também a quantidade de *stock* a manter de cada artigo, estando o *stock* à consignação. Nos países em que não se justifica a existência de um centro de distribuição, é a unidade industrial, presente em Portugal, que faz a venda direta aos clientes. Estas vendas são denominadas, pela empresa, como Mercados Diretos, sendo o produto expedido diretamente da unidade industrial.

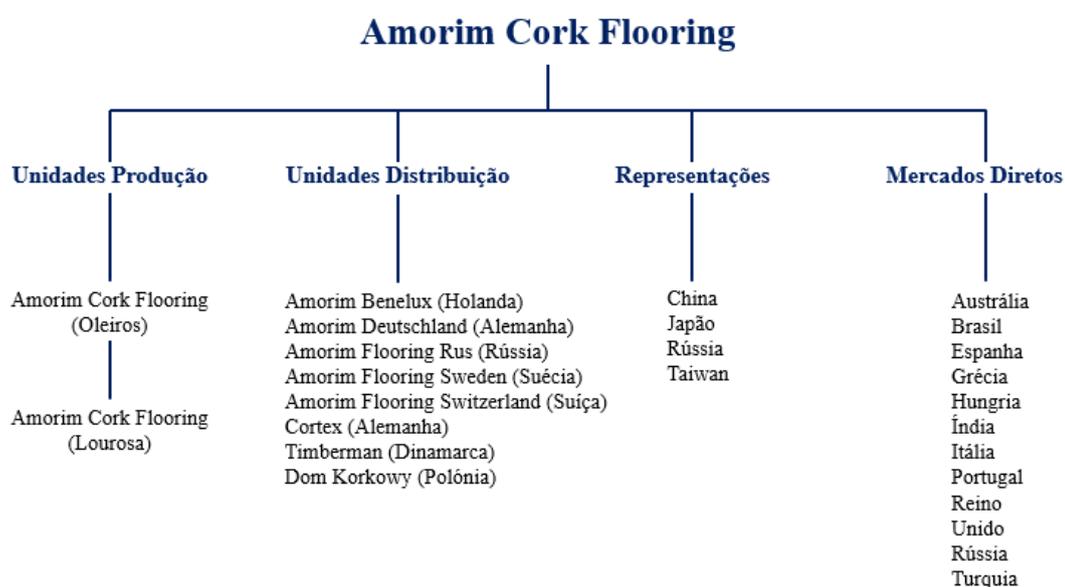


Figura 13 - Amorim Cork Flooring- unidades de produção e de distribuição, representações e mercados diretos

3.2 Descrição do processo produtivo

A cortiça é um dos mais extraordinários produtos da natureza, sendo proveniente da casca do sobreiro, o que significa que é um tecido vegetal 100% natural. Esta matéria-prima 100% natural, renovável, reciclável e reutilizável, possui uma enorme variedade de características, que lhe permitem a sua aplicação nas mais diversas áreas como a aeroespacial, a de confeção e a do setor em questão, o setor de construção. A instalação fácil e rápida, a leveza, a capacidade de isolamento térmico e acústico, a elasticidade e compressibilidade, o poder de amortecimento, a impermeabilidade, a durabilidade e o facto de ser reciclável são as principais características que conferem vantagem competitiva a este tipo de revestimento, que requer, portanto, um processo produtivo bem delineado (Amorim, 2020).

O mapa de processos apresentado na figura 14, representa o processo produtivo da ACFO.

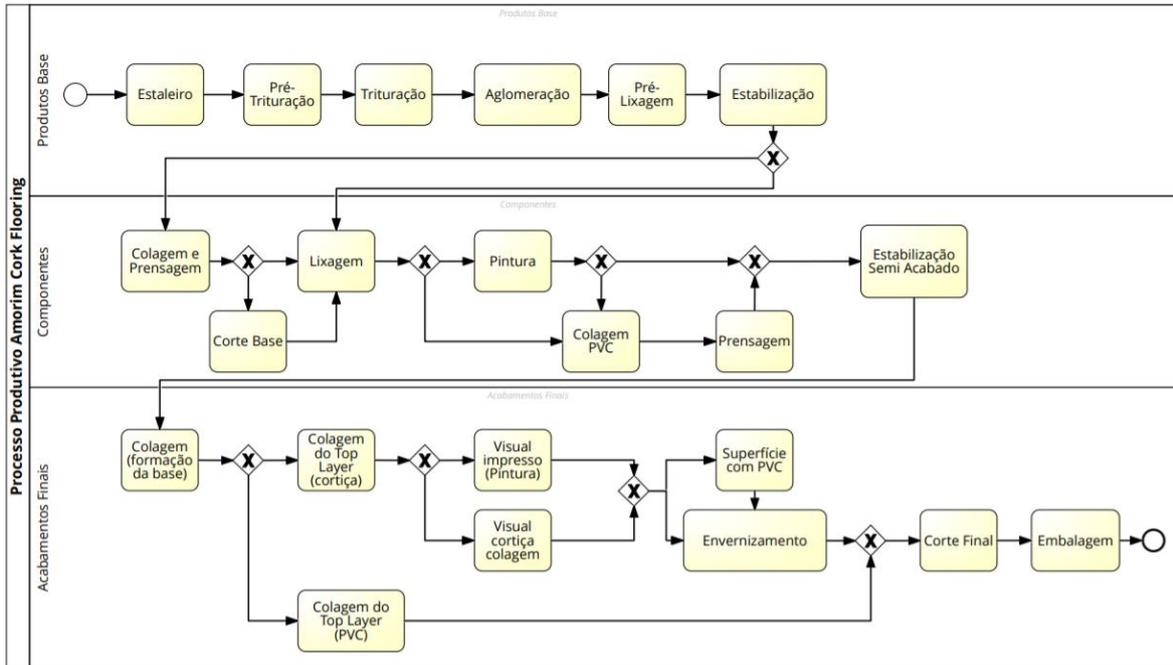


Figura 14 - Processo produtivo Amorim Cork Flooring Oleiros

Como se pode constatar pela figura previamente apresentada, o processo produtivo da ACFO encontra-se dividido três fases: Produtos Base, Componentes e Acabamentos Finais, sendo que, cada processo, tem uma ou mais unidades fabris associadas.

No processo produtivo dos produtos base são criadas diferentes bases mediante o processo de aglomeração usado. O processo inicia-se pela recepção de triturados de falca, aparas de costa, granulados, assim como alguns dos desperdícios que ocorrem ao longo do processo produtivo e que iniciam novamente o ciclo (Estaleiro). De seguida, são eliminadas terras e pedras presas à cortiça (Pré-Trituração). Existem diferentes combinações de granulados que, juntamente com resinas e um catalisador, são prensados e cortados em diferentes dimensões, conforme pretendido (Trituração). De seguida, é formado um tapete de aglomerado de cortiça (Aglomeração). No final desta fase, as placas de cortiça são calibradas para a espessura pretendida, lixando ambas as faces para se conseguir obter a rugosidade desejada (Pré-Lixagem). Com o objetivo de minimizar o risco de deformação e instabilidade dimensional, as placas podem ser sujeitas a condições específicas de temperatura e humidade numa estufa (Estabilização).

O processo produtivo de Componentes é bastante diferente. Ao longo do processo, o fluxo pode variar de acordo com as necessidades do produto final. Pode passar por processos como Colagem, Prensagem, Corte e Lixagem. Caso seja pintado, ou tenha incorporado algum tipo de vinil, este segue para a pintura podendo ou não seguir para a colagem de PVC e respetiva prensagem, no entanto, a base pode sair deste subprocesso diretamente na etapa de Lixagem. No final desta etapa, existe uma série de produtos que serão, ou não, armazenados, criando um stock de produto semi-acabado.

A última etapa é a dos Acabamentos Finais (AF) sendo que a ACFO dispõe de três áreas distintas denominadas AF1, AF2 e AF3. Este processo produtivo, tal como o anterior, pode apresentar fluxos de produção distintos, dependendo do produto acabado. Assim, o processo não varia apenas entre produtos de famílias diferentes, mas pode variar dentro da mesma família. Nesta etapa existem operações como a Colagem, Pintura, Envernizamento, Corte e Embalamento. Por último, o produto é armazenado enquanto aguarda expedição.

3.3 Marcas e produtos Amorim Cork Flooring

A oferta da ACF abrange uma vasta família de produtos que inclui revestimentos de solo e revestimentos de parede. Os pavimentos produzidos na Amorim Cork Flooring são produtos multicamadas como se apresenta na figura 15.

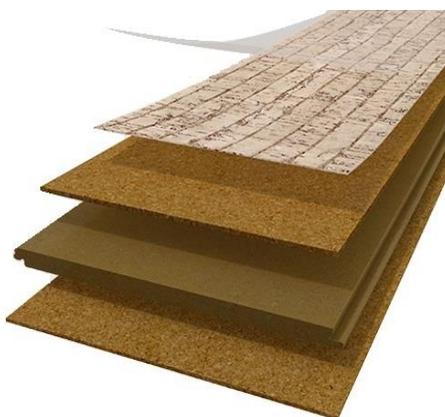


Figura 15 - Produto multicamada Amorim Cork Flooring

Os revestimentos estão presentes no mercado através de três marcas: Wicanders, Cortex e CorkLife, como podemos observar na figura 16.



Figura 16 - Marcas Amorim Cork Flooring

A marca *premium* da Amorim Cork Flooring é a Wicanders, possuindo quatro linhas de produtos, recentemente renovadas, que se classificam de acordo com o seu visual: Wood, para visual de madeira; Stone, para visuais de pedra; Cork, para visuais de cortiça e Deckwall, para revestimentos de parede. Dentro de cada linha existem diferentes segmentos de acordo com as dimensões, acabamentos de superfície e certas características, como a capacidade de impermeabilização. Já quanto ao método de aplicação, se for flutuante, o que irá variar é apenas o tipo de encaixe entre as placas.

3.4 Situação atual da empresa

Atualmente, é vivido um período de grandes alterações na Amorim Cork Flooring. Como referido na secção 3.1.2, a empresa possui *stock* tanto na unidade industrial como nas unidades de distribuição. Cada centro de distribuição tem o seu próprio departamento logístico que gere quais os produtos e que quantidades deve ter em *stock* para dar resposta ao cliente final. Contudo, este regime descentralizado apresentava desvantagens, como:

- Informação dispersa, agravada pela falta de comunicação entre parceiros;
- Falta de padronização da gestão de *stocks*;
- Elevada dispersão de produtos ao longo da cadeia de abastecimento;
- Elevado número de recursos envolvidos no processo de gestão de *stocks*.

A combinação destes pontos, resultou, no final de 2018, num elevado valor de *stock*, em especial nos centros de distribuição, sendo que mais de 30% deste *stock* correspondia a artigos que foram saindo do catálogo da empresa.

Uma das estratégias da empresa passa por ter *stock* de produto acabado, de forma a dar uma resposta mais célere às encomendas, reduzindo o *lead time* de entrega. Como não existe espaço suficiente nos seus armazéns próprios, a ACF possui um serviço de armazenagem, em parceria com a Luís Simões (LS), uma empresa portuguesa de transporte e logística, contudo a Amorim Cork Flooring tem custos avultados com este serviço.

De forma a minimizar os custos envolvidos no processo de gestão de produto acabado ao longo da cadeia de abastecimento, e tendo como missão acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, a ACF decidiu reestruturar a sua operação logística, nomeadamente com a implementação de um projeto de centralização dos seus *stocks*, no início do ano de 2019, de forma a conseguir suportar a sua atividade, cessando, assim, o contrato com a LS.

3.4.1 Centralização de gestão de *stocks*

Tendo como finalidade a redução de recursos envolvidos na gestão dos *stocks* e a padronização da mesma, o projeto de centralização implicou um grande esforço de todas as partes da empresa, principalmente, na partilha de informação entre as unidades de distribuição e a unidade industrial.

O projeto implicou:

- A estruturação de um armazém central na unidade industrial de Lourosa (Portugal);
- A categorização dos artigos, tanto localmente (em cada unidade de distribuição) como globalmente (no armazém central);

- A criação de uma ferramenta de apoio à decisão para definição das quantidades ideais de cada produto a armazenar, garantindo um nível de serviço de, pelo menos, 95%.

O foco do trabalho descrito no presente relatório passa pela estruturação do armazém central, contudo é importante explicar primeiramente como foi realizada a categorização dos artigos, uma vez que esta condiciona a escolha de quais os artigos a serem armazenados e o local do seu armazenamento.

Neste contexto, o projeto de centralização da gestão do *stock* implicou a categorização dos artigos de duas formas, local (em cada unidade de distribuição) e global (no armazém central, em Portugal), sendo que a partir da categorização local é definida a categorização global.

Tendo em conta que, cada centro de distribuição tem um mercado específico e diferentes gamas de produtos, torna-se crucial perceber o impacto de cada produto em cada mercado. Nesse sentido, surge a categorização local dos produtos, em que estes são classificados segundo as seguintes especificações:

- Produto A no mercado X - produto com mais de 1.000 m² de vendas anuais no mercado X;
- Produto B no mercado X – produto com vendas anuais entre 500 m² e 1.000 m² no mercado X;
- Produto C no mercado X – produto com vendas anuais menores do que 500 m² no mercado X.

Na tabela 3 é possível perceber como são categorizados os produtos nas unidades de distribuição, tendo como base as especificações anteriores.

Tabela 3 - Categorização dos produtos nas unidades de distribuição

A	O artigo é armazenado no centro de distribuição.
B	O artigo é armazenado no armazém central, em Portugal (ACF).
C	O artigo é produzido apenas por encomenda, não existindo stock do mesmo.

Assim após esta categorização é possível definir a categorização global e, desta forma, perceber quais os produtos que serão armazenados no armazém central. A figura 17 apresenta um esquema representativo desta categorização e do fluxo desejado após a implementação do armazém central.

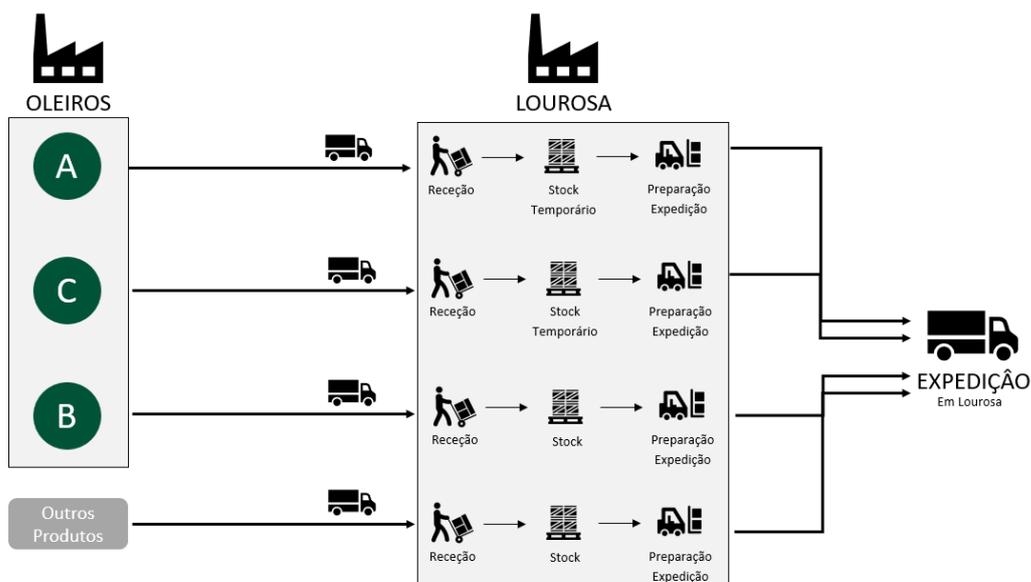


Figura 17 - Esquema representativo da categorização dos produtos

É importante salientar que os produtos apresentam diferentes categorizações nas diferentes unidades de distribuição, isto é, um artigo classificado como A numa determinada unidade de distribuição, pode ser, ao mesmo tempo, um artigo classificado como B noutra unidade. Nestes casos, é considerada a classificação final B para o produto, sendo armazenado no armazém central, em Portugal. Contudo, na unidade de distribuição onde o produto é classificado como A, é mantido o seu armazenamento nessa unidade. Desta forma, existe *stock* do produto tanto na unidade de distribuição como no armazém central.

Uma vez classificados os artigos e delineado o posicionamento dos mesmos na cadeia de abastecimento, surge a necessidade de estruturação de um armazém central de forma a melhorar os fluxos logísticos, aumentar o nível de serviço e reduzir custos. A estruturação deste armazém será um dos focos deste projeto, que será retratado numa fase posterior deste relatório.

3.4.2 Análise de Processos

De forma a perceber o processo de resolução do problema de estruturação tanto do armazém de LVT (*Luxury Vinyl Tiles*) como do armazém de produto acabado/armazém central, é necessário recorrer a uma metodologia que permita fazer o diagnóstico ao estado atual das operações logísticas desta organização. É necessário perceber todo o processo de encomenda e receção do LVT assim como o processo de expedição do produto acabado, efetuar um levantamento da cadeia de abastecimento, da configuração do armazém e do número de *slots* disponíveis.

3.4.2.1 Processo de compra de LVT

A empresa trabalha 24 horas por dia, 5 dias por semana, produzindo continuamente para stock. Para produzir um determinado produto, são necessárias as matérias-primas para a sua produção. O LVT é, portanto, uma matéria prima, sendo produzido à base de PVC, logo este

material não deforma, não empena e é resistente à água, riscos e manchas. Este material é adquirido em forma de placa, placa essa que depois será incorporada na base de cortiça produzida pela empresa. As necessidades de compra de placas LVT têm crescido a cada semana, para que a empresa nunca pare de fabricar. O processo do pedido, como é possível verificar no diagrama apresentado na figura 18, envolve a criação de uma Ordem de Compra Planeada, esse pedido é transformado numa Ordem de Compra enviada ao fornecedor que confirmará a data de entrega.

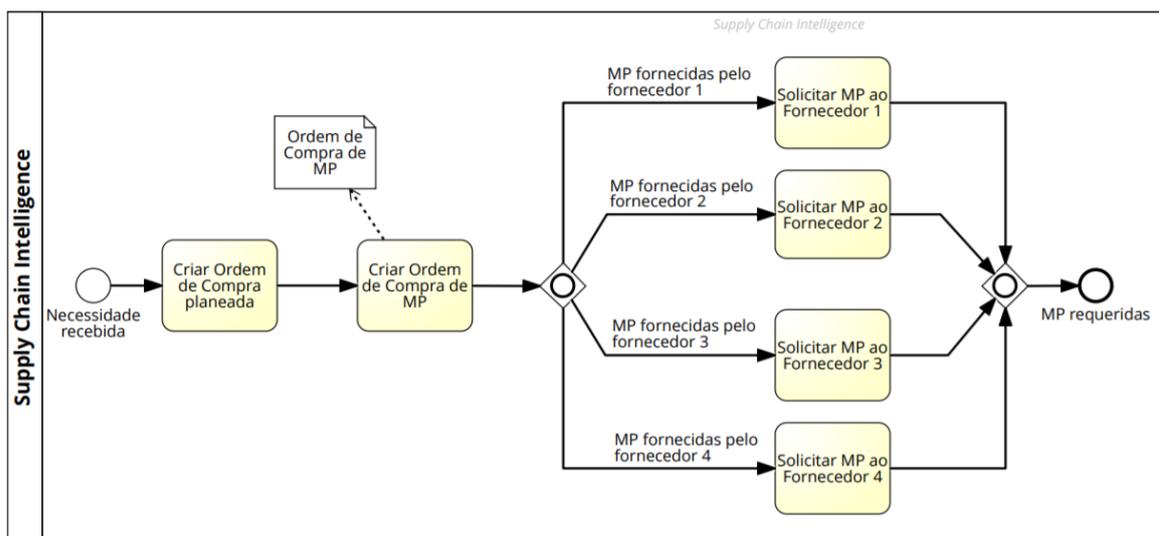


Figura 18 - Diagrama do processo de compra de LVT

A maioria dos fornecedores estão localizados no continente asiático, nomeadamente na China, tornando os prazos de entrega muito altos. Atualmente, os prazos de entrega variam entre 3 e 6 meses, dependendo da matéria-prima em questão e da localização dos fornecedores.

3.4.2.2 Processo de recepção e descarga de LVT

Após a compra desta matéria-prima, segue-se o processo de recepção e descarga da mesma. Tipicamente chegam 7 contentores, por semana, provenientes do continente asiático. Aquando do envio da carga, também é enviada a documentação da mesma por e-mail sendo que, parte dessa documentação, é utilizada para confirmar a carga na sua chegada, outra parte é para ser disponibilizada para a Contabilidade e outra ainda é fornecida ao Departamento de Transportes.

Na chegada dos camiões à fábrica, estes são direcionados para o local da descarga. O material é descarregado numa área destinada para recepção e é removida uma paleta por referência, para posterior análise pelo Departamento de Qualidade, sendo este departamento responsável pela aprovação da carga. Se existir algum problema em determinada referência, ela é reaprovionada e a área de *Supply Chain Intelligence*, responsável pelo pedido das matérias-primas, é contactada. Por conseguinte, esta área entrará em contato com os fornecedores e, em conjunto, tentarão chegar a um acordo relativamente ao erro ocorrido. Se, por outro lado, tudo estiver conforme, as quantidades recebidas são inseridas no sistema e analisadas pela Contabilidade, que verificará se o que está na fatura corresponde ao que foi recebido. Por último,

o material é alocado aos espaços disponíveis no armazém e devidamente armazenado nesses espaços.

Todo este processo está representado no diagrama da figura 19.

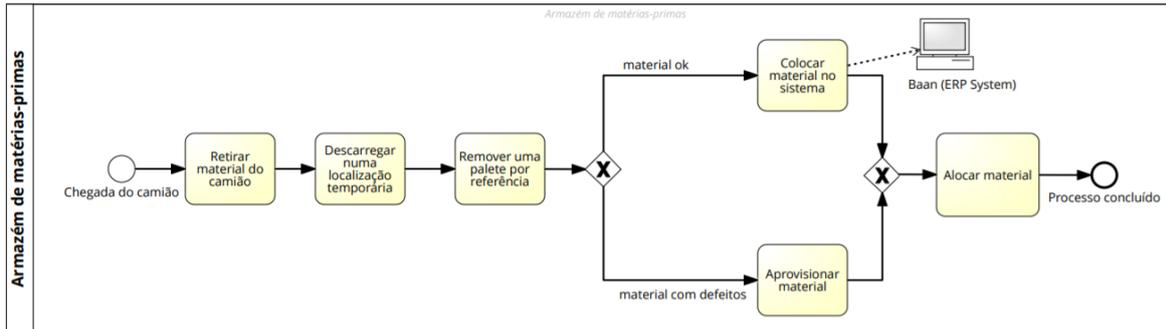


Figura 19 - Diagrama do processo de recepção e descarga de LVT

3.4.2.3 Processo de expedição de produto acabado

No outro extremo do processo produtivo temos o produto acabado que tem de ser expedido para o cliente. O processo de expedição, representado no diagrama da figura 20, é o último processo da cadeia de abastecimento.

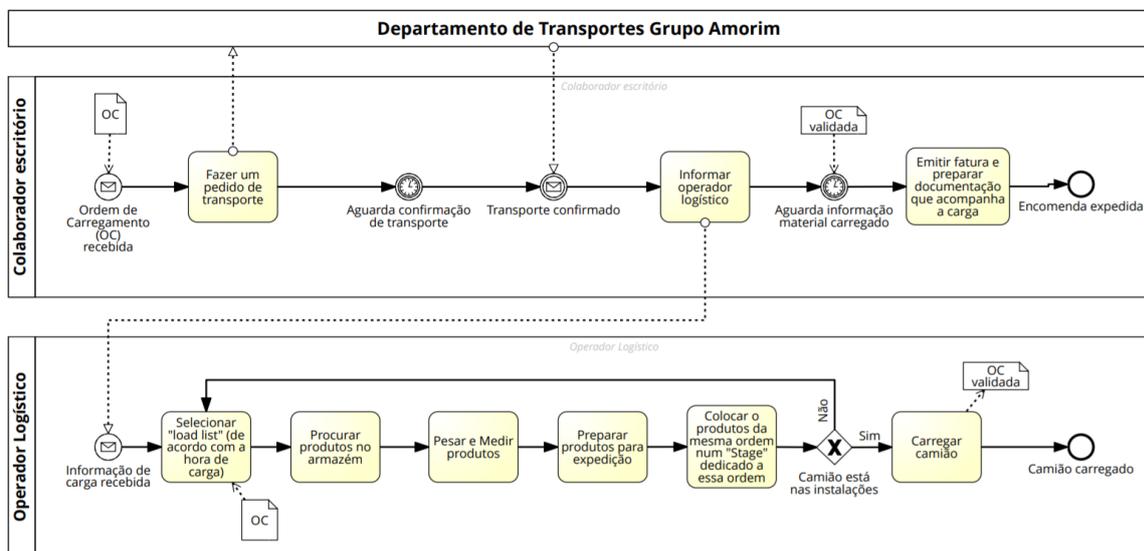


Figura 20 - Processo de expedição de produto acabado

De acordo com as encomendas recebidas do cliente, são criadas ordens de carregamento (OC) que, por sua vez, são enviadas ao departamento de armazéns (ver anexo A). O departamento de armazéns é responsável por fazer uma Requisição de Transporte (RT) ao departamento de transportes, que é comum a todas as unidades de negócio do Grupo Amorim. Esta RT deve indicar o tipo de transporte pretendido (transporte de carga completo, serviço de grupagem ou expresso), o peso a ser transportado e a data em que o transporte será realizado. O serviço

expresso é utilizado para transportes urgentes e com um *transit time* curto; o serviço grupagem é um serviço não urgente, utilizado para cargas que não compõem um transporte de carga completo e que são agrupadas com outras com as quais partilham a mesma rota; o serviço de carga completo é composto por cargas que compõem o transporte por completo, com apenas um destino. De notar que, financeiramente a decisão por um transporte completo ou grupagem carece de um pedido de cotação de mercado.

Com essas informações, o departamento de transportes ficará encarregado de encontrar e negociar, no mercado, o melhor preço para fazer esse transporte, na data prevista, acordada com o cliente. Se isso não for possível, a OC ficará em espera até o transporte ser confirmado.

Assim que as ordens para cada dia são confirmadas, os operadores do armazém são informados e podem começar a separação do material de acordo com cada uma. O *picking* é realizado respeitando os artigos, lotes e quantidades definidas na OC. O método de *picking* utilizado é o *picking by order* (*picking* por encomenda) em que, tal como referido na secção 2.3.3.5, o operador (*picker*) é responsável por uma encomenda e terá que satisfazer todos os requisitos dessa mesma encomenda e, só depois de satisfeitos, é que passará para a seguinte. Apesar de ser um método simples e de reduzir a possibilidade de erros, é, contudo, um método pouco eficiente uma vez que se despende muito tempo para recolher toda a encomenda. Em seguida, os artigos são pesados e medidos, garantindo que tudo está em conformidade com os limites legais e, no caso de serviços de grupagem, isso é realizado também para cálculos de frete. Por fim, essa preparação é consolidada num local de preparação, denominado *stage*, onde todos os pedidos são identificados corretamente e são preparados para serem expedidos. Se o camião/contentor se encontrar no armazém procede-se ao carregamento do mesmo. Caso isso não se verifique procede-se à preparação da OC seguinte. Após o carregamento do camião/contentor, é necessário emitir a fatura correspondente e preparar toda a documentação necessária para acompanhar a carga. A documentação consiste na guia de transporte, na fatura e na *packing list*. A *packing list* é um documento emitido pelo trabalhador do escritório, com base na confirmação do material que foi carregado no camião e que consiste na descrição detalhada desse mesmo material, bem como das respetivas quantidades.

A nível informático, a fatura, permite que todo o produto final localizado informaticamente no armazém, deixe de estar localizado no mesmo, uma vez que é consumido. Isto é fundamental, pois a movimentação física de saída de material tem de ser acompanhada pela movimentação informática, para evitar erros de *stock* ou de faturação.

Os mercados de Portugal, Espanha, França e Itália são fornecidos diretamente pelo armazém em Portugal, sendo os demais mercados atendidos pelos armazéns das unidades de distribuição.

3.4.3 Infraestruturas existentes

Como já foi referido anteriormente, o projeto incidiu em duas unidades industriais, a unidade industrial de Oleiros e a de Lourosa. A Unidade Industrial de Oleiros, com uma área total de 117.034 m², teve um crescimento em estrela, ou seja, foram surgindo novos armazéns com o aumento das necessidades ficando estes um pouco dispersos uns dos outros. Assim, o produto é obrigado a percorrer grandes distâncias para passar por todas as áreas até estar finalizado. É

importante referir que o produto pode ser finalizado em três pavilhões produtivos distintos, Acabamentos Finais 1 (AF1), Acabamentos Finais 2 (AF2) e Acabamentos Finais 3 (AF3) que estão muito distantes uns dos outros (ver tabela 4).

Tabela 4 - Distâncias entre armazéns

	AF1	AF2	AF3	ALVT
AF1		300 m	200 m	193 m
AF2			250 m	350 m
AF3				115 m
ALVT				

O transporte entre os pavilhões é realizado por camiões internos.

Na figura 21, é possível ter uma ideia da estrutura desta Unidade e da localização dos armazéns em que incidiu este projeto, assinalados a vermelho.

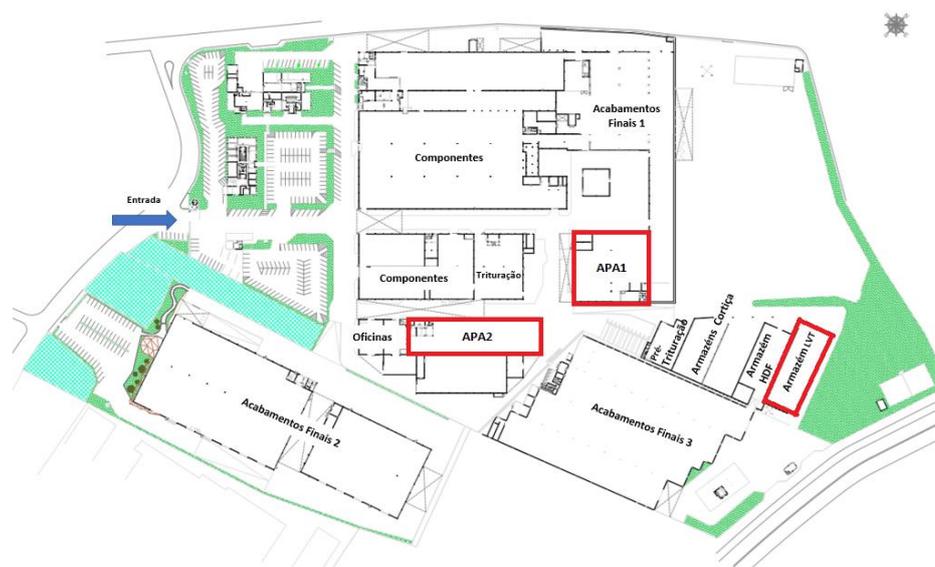


Figura 21 - Unidade industrial de Oleiros

A Unidade Industrial de Lourosa, com uma área total de 72.542 m², produz blocos e folhas de cortiça que são depois transportados para Oleiros para serem incorporados no produto final sendo o seu transporte feito também por camiões internos. Na figura 22, é apresentada a planta dessa Unidade com foco na área em que incidiu o projeto (a vermelho).



Figura 22 - Unidade industrial de Lourosa

De notar que a distância entre as duas unidades é de 6,5 quilómetros e o tempo de viagem estimado é de 20 minutos.

3.4.3.1 Matérias-Primas

No que toca a matérias-primas, existem 6 famílias diferentes: embalagens, HDF, matérias subsidiárias, cortiça, químicos e vinílicos. No gráfico da figura 23, é possível visualizar as diferentes famílias e os pesos de cada uma na empresa, considerando a respetiva percentagem do valor (€) do stock médio.

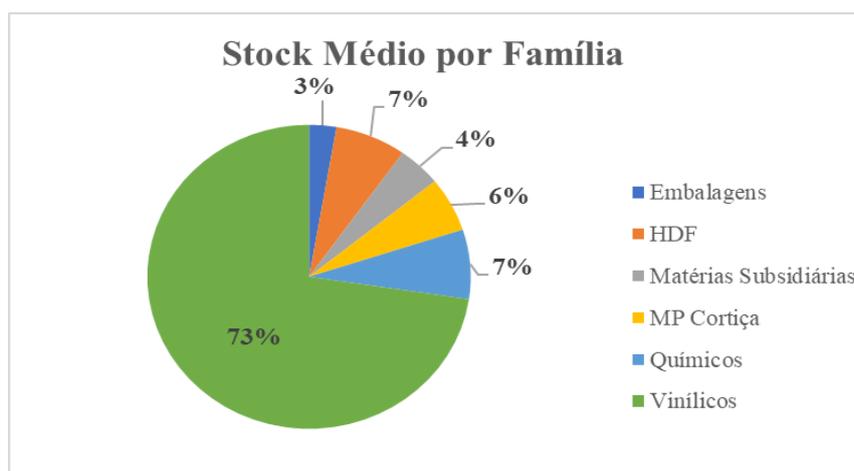


Figura 23 – Peso, em percentagem, dos stocks médios dividido por tipo de família

Para a armazenagem de matérias-primas existem atualmente seis armazéns, dois para armazenagem de vinílicos sendo um, especificamente, para a armazenagem de LVT (*Luxury Vinyl Tiles*), outro para armazenagem de HDF (*High Density Fibreboard*), um mais pequeno para químicos e, por último, dois para armazenagem de cortiça. É importante referir que também em cada departamento de produção existem pequenos armazéns com as matérias primas necessárias a cada linha de produção (onde se encontram embalagens e matérias subsidiárias), que são considerados no sistema de informação da empresa. O projeto incidiu apenas no armazém de placas LVT, pois este era o que apresentava maior criticidade, devido à grande quantidade e diversidade de referências, e consequentemente ao valor de stock associado. Na figura 24, é demonstrado o peso (em percentagem do valor (€) de *stock* médio) que o LVT tem dentro da família dos vinílicos e, consequentemente, em toda a empresa.

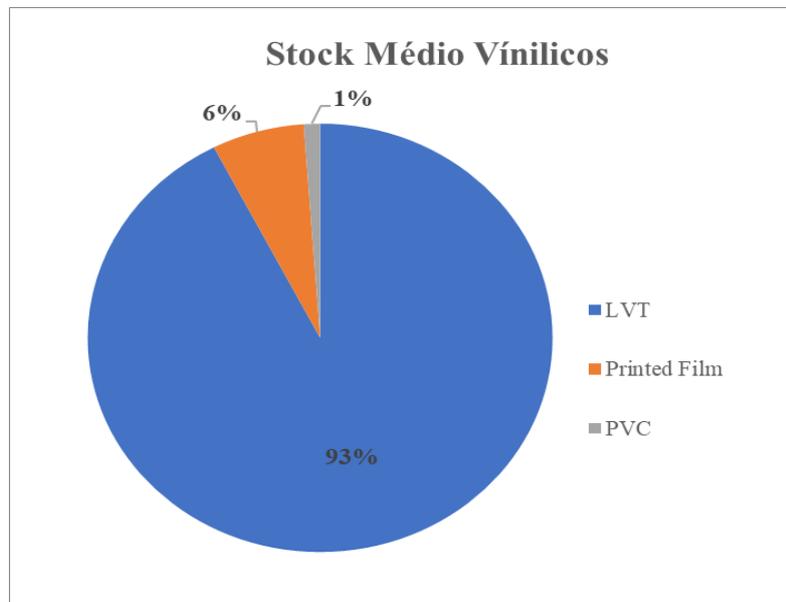


Figura 24 – Peso, em percentagem, dos *stocks* médios da família dos vinílicos

O armazém de LVT tem uma área útil total de 1.049 m², um gabinete para análise da qualidade dos produtos e um ponto de receção dos mesmos (cais), tal como se pode observar na figura 25.

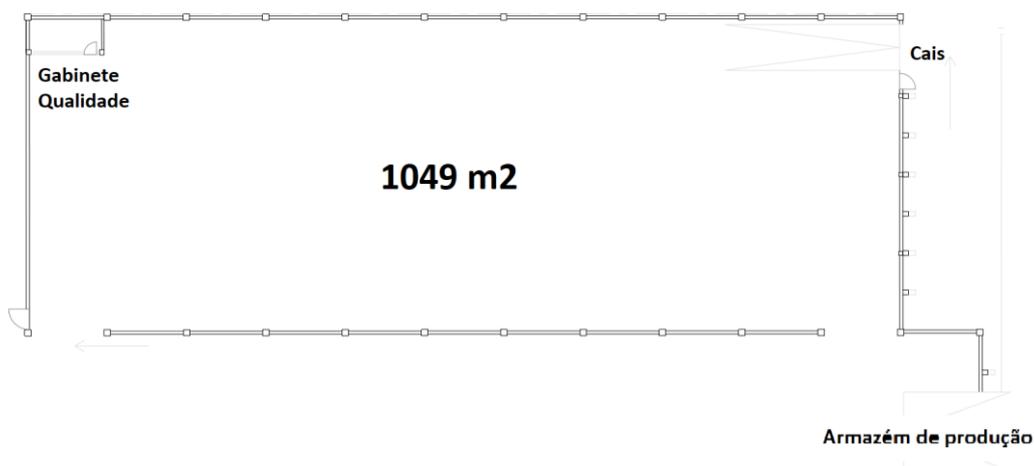


Figura 25 - Planta do armazém de LVT

Como não existe espaço suficiente neste armazém tem sido também utilizado um armazém dedicado à armazenagem de cortiça. De realçar que existem 192 referências diferentes de placas de LVT, e estas são armazenadas em paletes de $1250 \times 640 \times 890$ (mm) ou $940 \times 640 \times 670$ (mm); sendo as paletes constituídas por 430 ou por 760 placas, dependendo do artigo. O material é transportado por empilhador e é recomendável uma distância de segurança, entre corredores, de 3 metros para a movimentação do mesmo sendo que, atualmente a localização dos produtos é realizada de forma aleatória.

3.4.3.2 Produto acabado

A armazenagem de produto acabado é feita, atualmente, em dois armazéns (APA1 e APA2), como ilustrado nas figuras 26 e 27. No APA2, existe também uma zona dedicada à preparação de amostras (esta necessita de uma pequena área de armazenagem do stock). O APA1 tem uma área útil de 1.661 m^2 e o APA2, 1.541 m^2 , e cada um dos armazéns tem um ponto de receção e um ponto de expedição.

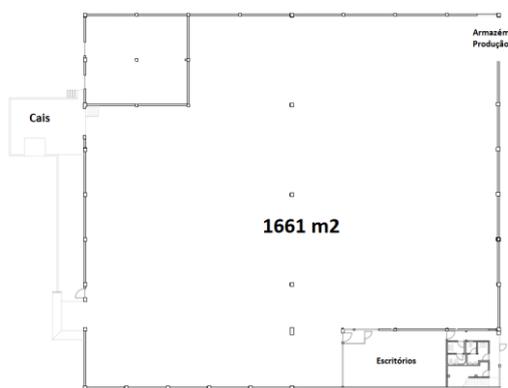


Figura 26 - Planta do Armazém de Produto Acabado 1

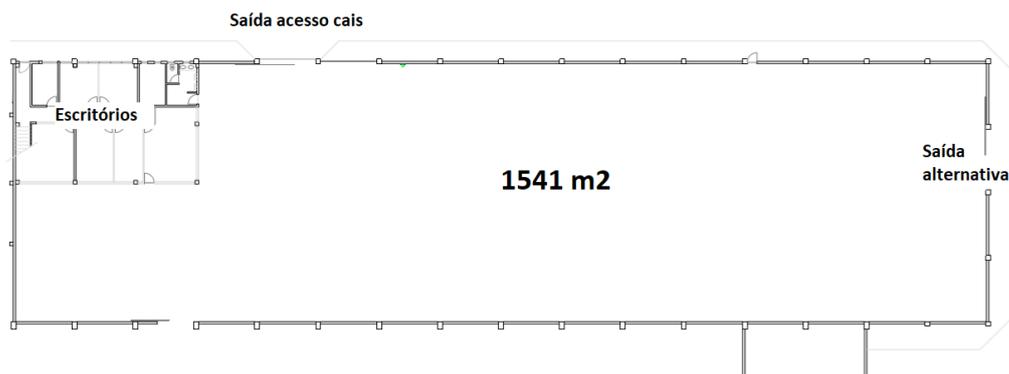


Figura 27 - Planta do Armazém de Produto Acabado 2

O APA1 tem 116 espaços de armazenagem (*slots - Storage locations*) para armazenamento no chão (*ground storage*) e o APA2 tem apenas 29 *slots*. O APA2 possui, porém mais 13 *slots* para preparação de carga para expedição e ainda 18 *pallet racks*. Cada *rack*, está dividida em 4 compartimentos a 4 níveis (de altura). Em cada compartimento é possível alocar 2 paletes. Na tabela 5, é possível visualizar a quantidade de *slots* disponíveis nos dois armazéns, assim como a dimensão de cada *slot* e a quantidade de paletes que é possível armazenar em cada um dos armazéns.

Tabela 5 - Dimensionamento atual dos armazéns

		Nº SLOT's	Dimensão de cada SLOT (m)	Níveis	Capacidade (pal)
APA1	Ground Storage	19	10,230 x 1,550	4	2480
		15	6,250 x 1,550		
		82	3,127 x 1,550		
APA2	Ground Storage	29	5,150 x 1,547		696
	Racks	18	11,5 x 1,1 x 1,1	576	
Total					3752

No conjunto dos dois armazéns estão disponíveis 3.202 m², 145 *slots* para armazenamento no chão e 18 *pallet racks*. Existem 1.645 referências de produto acabado, de várias dimensões, e uma capacidade de arrumação para 3.752 paletes. O produto acabado é armazenado em paletes e é movimentado por empilhadores, sendo recomendável uma distância de segurança, entre corredores de 3 metros, tal como referido anteriormente. Atualmente para efetuar a localização dos produtos, é utilizado o método de localização aleatória.

3.4.4 Contextualização e Caracterização do Problema

Neste ponto procurar-se-á caracterizar os problemas encontrados nos dois armazéns que foram o foco do trabalho efetuado: armazém de LVT e armazém de produto acabado.

3.4.4.1 Armazém LVT

O projeto para um armazém dedicado à armazenagem de placas LVT passava por dimensionar o mesmo, solucionando os problemas existentes e, para isso, era necessário efetuar uma análise que permitisse diagnosticar os processos realizados no armazém, e os problemas e dificuldades inerentes ao mesmo. Assim, após a realização dessa análise, identificaram-se os seguintes problemas/dificuldades:

- O espaço dedicado à armazenagem da extensa quantidade de referências que são utilizadas na produção, é insuficiente.
- O método de localização do material é aleatório e está a cargo do operador, dificultando a sua tarefa de alocação do material, pois tem de perder muito tempo a verificar onde vai colocar o material que está a descarregar.
- O tempo despendido desde a descarga até ao acondicionamento é muito elevado.
- O armazém apresenta um piso irregular, que dificulta o manuseamento do material por parte do operador e que, muitas vezes, provoca a queda do mesmo.
- A iluminação no armazém, e em especial no local de descarga, é reduzida, não proporcionando as melhores condições para o desempenho das funções do operador.
- O equipamento de manuseamento (empilhador) possui garfos manuais, o que obriga o operador a parar constantemente para os ajustar.
- O facto de os fornecedores se encontrarem no continente asiático, aumenta os prazos de entrega, obrigando a que os pedidos de compra sejam realizados com muita antecedência, realizando-se muitas vezes encomendas que, na realidade, poderão não ser usadas, resultando em custos de aquisição e custos de retenção de stocks desnecessários.

A resolução destes problemas permitirá aumentar a eficiência de todo o processo e ainda a qualidade de trabalho dos operadores afetos a esta atividade.

3.4.4.2 Armazém de Produto Acabado

Como referido anteriormente, a Amorim Cork Flooring tem custos avultados com a subcontratação da empresa Luís Simões para suporte do processo de armazenagem, e decidiu reestruturar a sua operação logística, nomeadamente com a implementação de um armazém central que dê suporte à sua atividade. Este novo armazém estará localizado na unidade industrial de Lourosa sendo que esta operação demorou algum tempo até estar totalmente concluída, englobando todo o período do projeto. Assim foi possível acompanhar todo o processo, desde o estudo do fluxo de materiais entre as duas unidades, Oleiros e Lourosa, o dimensionamento dos transportes necessários para a realização desse fluxo, o apoio no desenho da planta para o armazém, assim como no dimensionamento das zonas de armazenagem, o apoio na fase de

transição, e a tentativa de melhorar os fluxos logísticos internos do armazém, de forma a aumentar o nível de serviço ao cliente.

A fase de transição foi longa e complexa, resultando constantemente em diversos problemas. O produto acabado existente na unidade de Oleiros e no armazém da Luís Simões tinha de ser transferido para a unidade industrial de Lourosa, mantendo-se os habituais carregamentos para os clientes. Assim, tinham de ser assegurados colaboradores na unidade de Oleiros para efetuar carregamentos para a unidade de Lourosa, assim como para efetuar a localização dos produtos na unidade. À medida que a quantidade de produto acabado ia aumentando em Lourosa o número de carregamentos efetuado na unidade também ia aumentando, sendo necessário um maior número de operadores para ajudar nas diversas funções. Muitas vezes, o operador que estava encarregue de efetuar a localização do material que ia chegando, tinha de abandonar as suas funções e dar suporte ao carregamento dos camiões/contentores que se encontravam na unidade. Isto prejudicava a localização dos produtos, uma vez que iam ficando em espera. De notar que os operadores do armazém trabalham apenas num turno, que começa às 8 horas da manhã e termina às 17 horas.

É ainda importante referir que foi subcontratada uma empresa de transportes, para efetuar a movimentação do material da unidade de Oleiros até à unidade de Lourosa nesta fase de transição. Os colaboradores desta empresa trabalhavam por turnos e tinham de garantir uma quantidade de 9 transportes diários. Assim, as cargas começavam a partir das 5 horas da manhã e algumas vezes até às 21 horas. Note-se que, em determinado momento, os operadores desta empresa tiveram de efetuar eles próprios as cargas e descargas dos seus camiões, e a sua experiência com empilhadores era praticamente nula, excetuando-se um colaborador, tendo esta falta de experiência resultado em danos no material.

Neste ponto é relevante, considerando toda esta nova informação, tirar uma conclusão relativa à diferença de horários dos operadores da empresa de transportes e dos operadores do armazém da ACF. Esta diferença levava a que o material que ia chegando a Lourosa se fosse acumulando, e não fosse efetuada a localização do mesmo. Mesmo aquele que ia sendo localizado, não o era corretamente pois o operador estava constantemente ocupado devido à grande quantidade de material que tinha para localizar. A escassez de recursos, e muitas vezes de equipamentos, estava a ser um dos grandes problemas nessa altura tão crucial.

A não localização dos produtos e/ou a sua má localização, tiveram consequências em relação à efetivação de Ordens de Venda assim como para o *picking*, e, conseqüentemente, para o carregamento e expedição.

Foi elaborado um diagrama de *Ishikawa* (diagrama causa-efeito) para perceber quais as causas principais para a demora na alocação dos produtos, assim como no *picking* dos mesmos (ver figura 28).

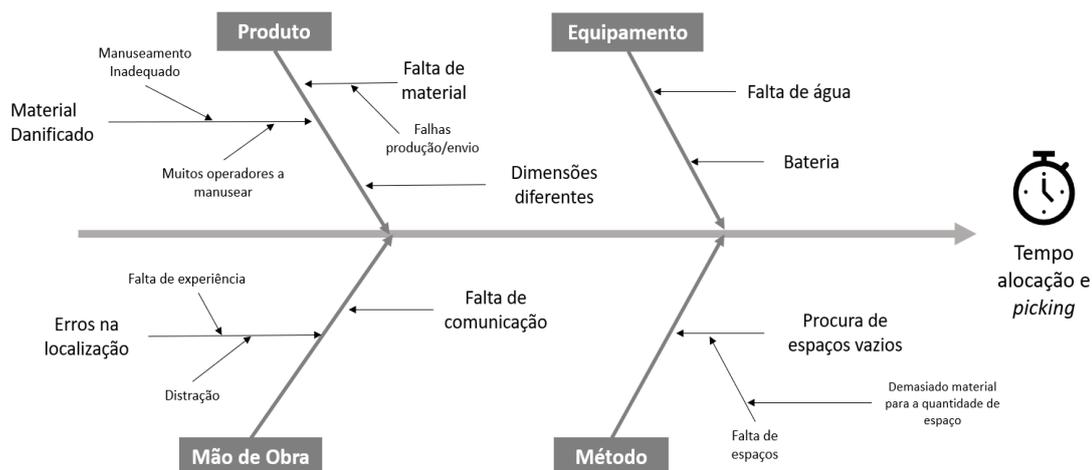


Figura 28 - Diagrama de *Ishikawa*

Envolvendo as pessoas que lidam diariamente com o produto acabado e com o armazém, e efetuam as diversas cargas diárias, foram apontadas como causas principais: a procura de espaços vazios (método), a falta de espaços; erros na localização (mão de obra) e a falta de comunicação (mão de obra).

Realizou-se, também, um questionário aos pontos incluídos numa lista de atividades e práticas que deverão ter lugar num armazém de forma a avaliar o panorama geral do modelo logístico atual da empresa (ver anexo B). Ao percorrer essa lista, e analisando paralelamente cada tarefa e zona do armazém da empresa, foi possível concluir que existem inúmeros pontos de melhoria, que devem ser foco de análise:

- O *stock* em FIFO não é seguido corretamente;
- Não é utilizada a análise ABC para a localização dos produtos no armazém;
- Os produtos que apresentam consumos baixos, não são revistos regularmente;
- Os operadores não são incentivados a sugerir medidas de melhoria;
- Não existe uma ferramenta que equilibre e priorize as tarefas diárias dos operadores;
- O desempenho dos operadores não é medido e não lhes é comunicada informação relativa à sua produtividade, pelo que muitas vezes estes encontram-se desmotivados e um pouco à deriva.

Foram, adicionalmente, estudadas as reclamações recebidas no ano de 2019, de modo a compreender qual o impacto causado pela situação inicial descrita, no que diz respeito à exportação de produto acabado. Estas reclamações estão representadas no gráfico da figura 29. É possível verificar, em anexo, um exemplo de um processo de reclamação de transporte nacional (anexo C) e internacional (anexo D).

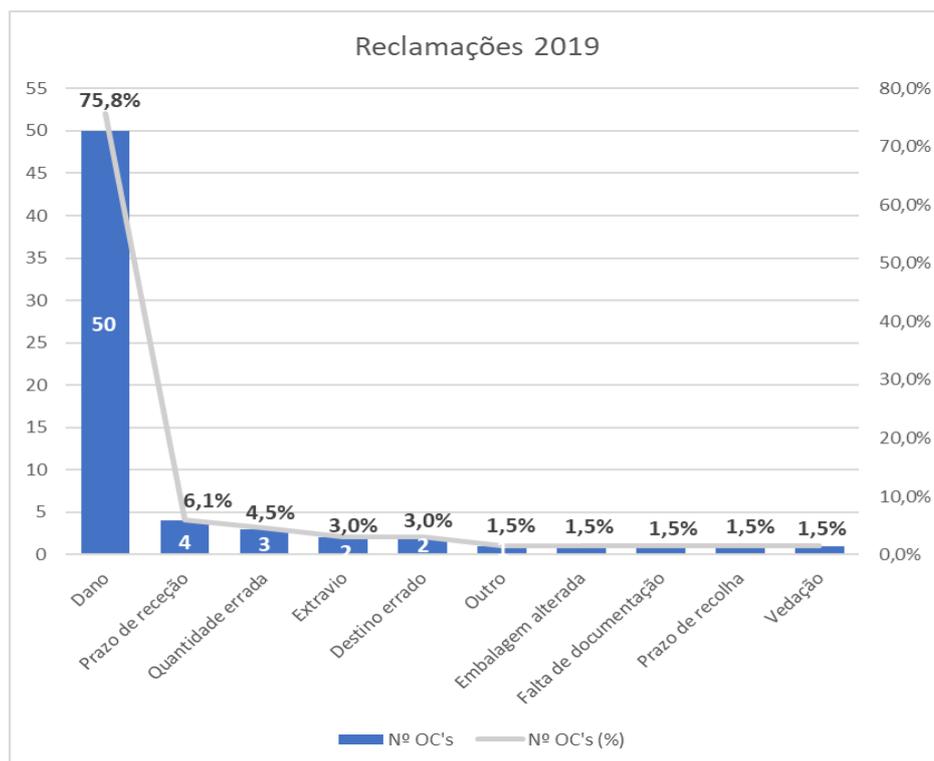


Figura 29 - Quantidade e tipo de reclamações

De um total de 66 reclamações, 50 (75,8%) devem-se a danos no material, pelo que evidencia o mau manuseamento do mesmo até chegar ao cliente final. Este mau manuseamento pode ser devido a ações mal realizadas dentro do armazém. A 2ª maior causa de reclamações é o incumprimento dos prazos de entrega, pelo que esta causa pode dever-se a diversos problemas dentro do armazém que atrasam o carregamento e expedição dos camiões/contentores. A 3ª maior causa deve-se à falta ou excesso de material aquando da chegada ao cliente final. Isto pode dever-se a faltas de comunicação e atenção, ou a problemas de fluxo logístico, à incorreta localização do material, aquando da armazenagem, a erros de *picking*, entre outros fatores.

Perante estes dados, o objetivo passa por eliminar todos os problemas verificados de forma a aumentar o nível de serviço prestado ao cliente e ainda a motivação dos operadores.

4. Melhoria do Processo

Neste capítulo são apresentadas propostas para resolução dos problemas expostos no capítulo anterior. Primeiramente é realizada uma análise de diversos dados e de seguida são construídas possíveis soluções.

4.1 Armazém LVT

Atualmente o armazém dedicado à armazenagem de placas de LVT não contém localizações específicas, sendo que um produto pode estar alocado a qualquer zona existente. Deste modo, a proposta de ação de melhoria sugerida consistiu em criar localizações específicas para alocar os produtos no armazém, assim como a inserção de algumas localizações num novo armazém, de modo a que o *picking* de material seja efetuado de uma maneira mais rápida e eficaz. No entanto, primeiramente é necessário efetuar uma análise do produto que é armazenado no armazém, assim como das respetivas quantidades em armazenamento e consumos.

4.1.1 Caracterização do inventário

Nesta secção apresentam-se as análises do inventário de todos os produtos LVT que chegam ao armazém, com o propósito de os caracterizar. A análise é iniciada com o mapeamento da quantidade inventariada ao longo de um período determinado. De seguida, é realizada uma caracterização dos produtos em inventário utilizando dois critérios: uma análise ABC segundo a rotação dos produtos, e uma análise XYZ segundo as flutuações no consumo.

4.1.1.1 Mapeamento da quantidade inventariada

Para iniciar a análise, o primeiro passo foi analisar o número de referências que são armazenadas, assim como o stock necessário para cada uma delas e o seu consumo. Assim, efetuou-se um mapeamento do inventário mensal desde dezembro de 2018 até agosto de 2019, assim como o seu consumo no mesmo período. Foi caracterizado o intervalo de tempo mencionado anteriormente uma vez que é o intervalo mais recente disponível.

Na tabela 6 são demonstrados os dados relativos ao inventário mensal de dezembro de 2018 até agosto de 2019.

Tabela 6 – Valor total de *stock* mensal (dezembro 2018 - agosto 2019)

Mês	Quantidade (paletes)
Dezembro	4268
Janeiro	4439
Fevereiro	4265
Março	4466
Abril	5073
Maiο	5034
Junho	4747
Julho	4008
Agosto	4072

Através da análise da tabela 6 concluiu-se que o mês com menor inventário foi o mês de Julho, com um total de 4.000 paletes, aproximadamente. Por outro lado, o mês com maior inventário foi o mês de Abril, com um inventário de 5.073 paletes.

Tendo em conta estes dados, foi possível calcular o valor médio mensal e o desvio padrão do inventário, obtendo-se o valor médio de 4.486 paletes mensais em inventário e um desvio de 389,7 paletes, ou seja o correspondente a 8,68% com respeito à média.

Com recurso aos dados apresentados na tabela 6, foi elaborado um gráfico do inventário mensal, apresentado na figura 30 com o objectivo de obter uma melhor visualização dos dados em análise.

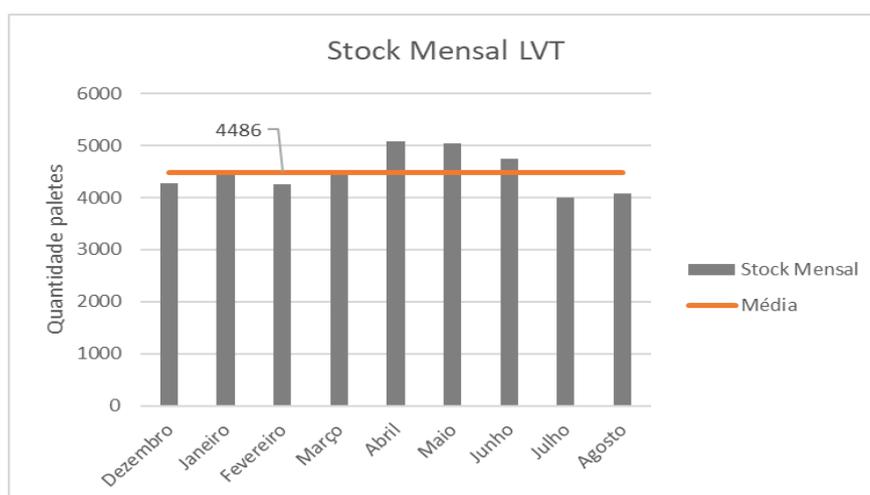


Figura 30 - Stock mensal de placas LVT (Dezembro 2018 - Agosto 2019)

Na figura é possível observar que o valor de *stock* médio, no período em análise, ronda as 4.500 paletes.

O passo seguinte passou pela análise dos consumos médios no mesmo período, vívisel através dos dados presentes na tabela 7.

Tabela 7 - Consumos totais de placas de LVT (dezembro 2018 - agosto 2019)

Mês	Quantidade (paletes)
Dezembro	467
Janeiro	595
Fevereiro	867
Março	779
Abril	377
Mai	576
Junho	451
Julho	1014
Agosto	295

Analisando a tabela 7, conclui-se que o mês com menor consumo foi o mês de Agosto, com um total de 300 paletes, aproximadamente. Por outro lado, o mês com maior consumo foi o mês de Julho, com um consumo aproximado de 1.000 paletes.

Tendo em conta estes dados, foi possível calcular o valor médio mensal e o desvio padrão do consumo, obtendo-se o valor médio de 602 paletes consumidas mensalmente e um desvio de 239,2 paletes, ou seja o correspondente a 39,7% com respeito à média, o que representa uma percentagem muito elevada.

Assim como para o inventário, foi também elaborado um gráfico do consumo mensal, com recurso aos dados apresentados na tabela 7, com o objectivo de obter uma melhor visualização dos dados em análise.

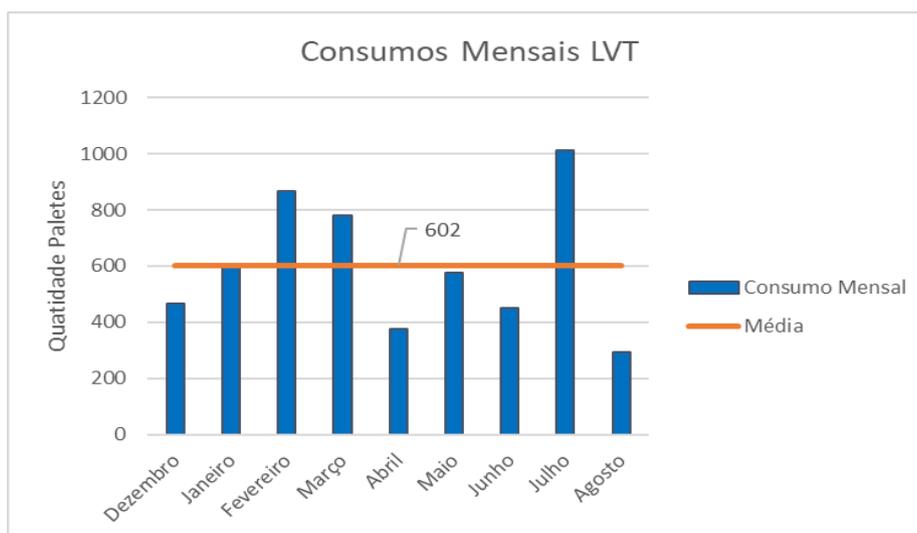


Figura 31 - Gráfico dos consumos totais mensais de placas LVT (dezembro 2018 - agosto 2019)

Através da análise do gráfico da figura 31 é possível constatar que os valores do consumo são muito irregulares, isto pode ser explicado pelos pedidos de clientes que também são imprevisíveis. O material é apenas utilizado quando são efetuadas ordens de produção e no caso de estas não existirem é verificado um decréscimo nos consumos. Por outro lado se estivermos perante um mês em que foram realizados vários pedidos de compra por parte dos clientes, e que seja necessária a produção com recurso a este material, os consumos disparam, como se verifica no mês de Julho.

4.1.1.2 Análise ABC

Como referido na secção 3.4.3.1, existem 192 referências diferentes de placas de LVT, o que desde o início parecia uma quantidade avultada de referências, sendo que presumivelmente poderiam ser retiradas referências que apresentassem um consumo reduzido ao longo do tempo. Assim, recorreu-se a uma análise ABC para, desta forma, categorizar as diferentes referências tendo em conta o seu consumo e assim então, possivelmente, descartar algumas delas.

Com recurso à análise utilizada na secção anterior (dezembro 2018 - outubro de 2019) verificou-se que 95 das referências foram consideradas *Out Of Mix* (OOM), ou seja, estas referências já não vão estar no catálogo disponibilizado pela empresa para venda. Restam, assim, 97 referências de placas LVT. Destas 97 referências, 34 foram consideradas classe A, 26 classe B e as restantes 37 classe C, como é possível verificar na tabela 8.

Tabela 8 - Proporção e Quantidade de SKU's por tipo de classe ABC

Classe	Corte	Proporção SKU's	QTD SKU's
A	80%	35%	34
B	95%	27%	26
C	100%	38%	37

Com recurso aos dados apresentados na tabela 8, foi elaborado um gráfico da análise ABC, apresentado na figura 32, com o objectivo de obter uma melhor visualização dos dados em análise.

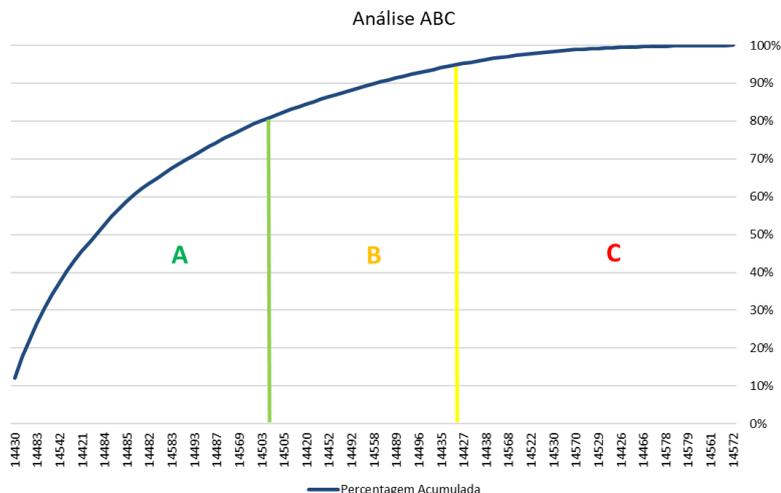


Figura 32 - Gráfico da análise ABC

4.1.2.3 Análise XYZ

Após a conclusão da análise ABC foi decidido classificar os artigos segundo as flutuações da procura, utilizando-se para isso uma análise XYZ. Desta forma seria possível distinguir os artigos que apresentam um consumo constante ao longo do tempo, daqueles que apresentam fortes flutuações ou mesmo, consumos completamente irregulares. Assim seria possível perceber se o espaço dedicado para armazenagem de cada referência teria ou não de ser dimensionado por forma a acomodar fortes variações nas quantidades em stock. Foi necessário calcular o Coeficiente de Variação, obtido pela fórmula seguinte:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

σ : Desvio Padrão dos consumos;

\bar{X} : Média dos consumos.

Assim procedeu-se ao cálculo do desvio padrão amostral dos consumos e da média dos mesmos, para cada uma das referências.

Após a determinação destes valores foi possível calcular o valor do coeficiente de variação, obtendo-se os valores da tabela 9:

Tabela 9 - Proporção e quantidade de SKU's por tipo de classe XYZ

Artigo	Coeficiente de Variação	Consumo	Proporção SKU's	QTD SKU's
X	CV < 0.5	Constante	3%	3
Y	0.5 <= CV <= 1	Fortes Flutuações	37%	36
Z	CV > 1	Completamente irregular	60%	58

É possível verificar pelos valores da tabela que apenas 3% dos artigos apresentam um consumo constante e mais de metade (60%) dos artigos apresentam um consumo completamente irregular. Assim importa olhar atentamente para estes artigos e perceber se os níveis de *stock* dos mesmos têm em consideração a forte variação dos seus consumos. Caso não se verifique, seria importante que para o dimensionamento das localizações dos mesmos fosse calculada uma variação entre o *stock máximo* e o *stock médio*, dada pela equação seguinte:

$$\text{Variação (\%)} = \frac{\text{Stock Máximo} - \text{Stock Médio}}{\text{Stock Máximo}} \times 100$$

Assim é aplicada uma variação aos valores de *stock médio*, conforme os critérios especificados na tabela 10. Estes critérios foram discutidos em conjunto com o gestor de armazém.

Tabela 10 - Critérios para definição do *stock* a utilizar

Variações	Valores de Stock
< 15%	Usar Stock Médio
15% - 25% e Classificação X	Usar Stock com VAR de 15%
25% - 40%	Usar Stock com a VAR 20%
> 40%	Usar Stock com VAR de 25%

Para variações inferiores a 15%, são utilizados os valores dos *stocks médios*. Para variações entre os 15% e 25% (inclusive) e artigos com uma classificação “X” e com variações superiores a 15%, ou seja, aqueles em que o seu consumo é constante, são utilizados os valores dos seus *stocks médios* somados com o valor das respetivas variações. Por exemplo, o artigo 14540, é classificado como um artigo X, tem um valor de *stock médio* de 12 paletes e uma variação de 35%, logo o valor de *stock* a considerar será:

$$12 \text{ paletes} + (12 \text{ paletes} \times 0.15) = 14 \text{ paletes}$$

Embora o valor da variação seja 35%, que de acordo com a tabela 10 seria correspondente ao uso do valor do *stock* somado com uma variação de apenas 20%, por se tratar de um artigo com classificação X, é utilizado o valor de variação de 15%.

No caso de se tratar de uma variação entre os 25% (exclusive) e os 40% (inclusive), é utilizado o valor do *stock médio* somado com uma variação de 20%. Por exemplo, o artigo 14480, apresenta um *stock médio* de 100 paletes e uma variação de 30%, contudo será apenas somada uma variação de 20%. O valor de *stock* a considerar, será:

$$100 \text{ paletes} + (100 \text{ paletes} \times 0.2) = 120 \text{ paletes}$$

O mesmo acontece para variações superiores a 40%, em que o valor do *stock* a considerar será o valor do *stock médio*, somado com uma variação de 25%.

Desta forma, a empresa consegue estar melhor preparada para variações que aconteçam nos níveis de *stock* necessários para suprir as necessidades, sem que seja necessário um espaço muito elevado para armazenagem.

4.1.2 *Layout* dos novos armazéns

Após toda esta análise, seguiu-se a definição do *layout* do armazém. Para isso foi necessário efetuar os seguintes passos:

- a. O cálculo da área de armazenamento disponível;
- b. O cálculo do número de localizações necessárias para o armazenamento, assim como dimensionamento de cada localização, tendo sempre como objetivo a utilização máxima do espaço;

- c. O levantamento das medidas dos corredores do armazém – comprimento e largura;
- d. A distribuição dos vários produtos pelas respectivas localizações, tendo em conta as capacidades disponíveis, a classificação ABC e XYZ, e os armazéns de consumo.
- e. O desenho do *layout*.

Para desenhar o novo *layout* teve-se em conta o espaço disponível na empresa para o aumento do armazém, assim como as restrições de engenharia civil e ainda as características do material a armazenar. O material necessita ter, de preferência, uma parede para apoio, pois as placas de LVT empilhadas tendem, com o passar do tempo, a sofrer inclinações. Desta forma, com a parede de apoio é assegurada maior segurança. Como referido no ponto 3.4.4.1, o atual armazém de LVT (figura 33 à esquerda) tem uma área útil total de 1049 m², um gabinete para análise da qualidade dos produtos e um ponto de receção dos mesmos (cais). A área total dos futuros armazéns de LVT será de 2710 m² (1049 m² + 1661 m²) pois irá incluir a área do anterior armazém APA1 (figura 33 à direita).

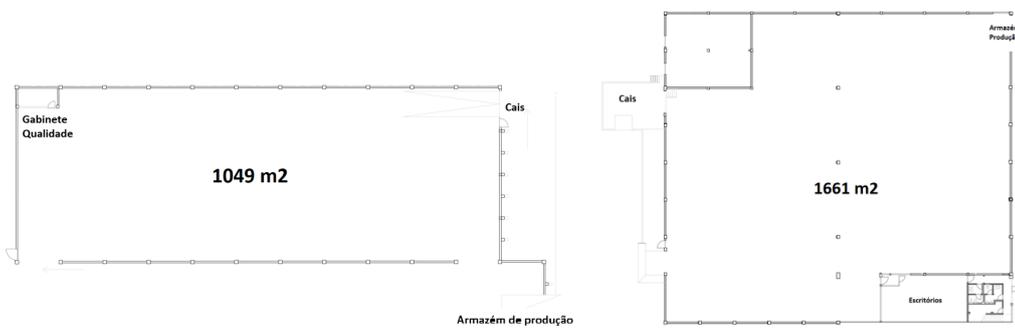


Figura 33 - Plantas dos armazéns LVT (à esquerda) e APA1 (à direita)

Segundo a Portaria nº 702/80, de 22 de setembro, a largura das vias de circulação dos empilhadores deve ser, pelo menos, igual à largura do veículo ou do carregamento mais volumoso acrescida de 0,6 metros, no caso de circulação num só sentido. O empilhador utilizado atualmente é um Nissan UM02L25U que tem 2,4 metros de comprimento e 1,15 metros de largura. Tendo em conta que o empilhador terá de entrar nas localizações presentes no corredor, serão adicionados os 0,6 metros ao comprimento do empilhador o que daria uma largura para o(s) corredor(es) de 3 metros. Contudo será considerada uma largura dos corredores de 3,5 metros pois assim o operador terá uma distância confortável para efetuar todas as manobras necessárias para o manuseamento do material, em segurança e, caso o empilhador seja alterado, existe, desta forma, uma margem de segurança.

Seguidamente foi calculado o número de localizações necessárias para o armazenamento, através da seguinte fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de localizações necessárias} = \frac{\text{Quantidade de stock a armazenar}}{\text{Níveis de armazenamento}}$$

Assim, é possível visualizar na tabela 11 a quantidade de *stock* a armazenar e o número de localizações que serão necessárias.

Tabela 11 - Capacidade de armazenagem e número de localizações necessárias

Total de Paletes	5026
Posições Paletes	1257

Desta forma, é necessário um espaço para armazenagem com capacidade para 5.026 paletes, e um mínimo de 1.257 localizações. Entendem-se estas localizações como o espaço no chão do armazém para uma paleta, o que significa que são necessários 1.257 espaços em chão de armazém. Definiu-se que a altura máxima de armazenamento, para assegurar condições de segurança, seria de quatro paletes, ou seja, o nível de armazenamento seria de 4. Tendo em conta que as dimensões das paletes com os artigos são de 1250 x 640 x 890 (mm) ou 940 x 640 x 670 (mm), utilizou-se a maior dimensão para definir as localizações. As localizações definidas são apresentadas nas tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Dimensionamento das localizações do Armazém LVT

Localizações Armazém LVT	Paletes	Posições de paletes	Comprimento (m)	Largura (m)
29	64	16	10,24	1,5
1	60	15	9,6	1,5
22	32	8	5,12	1,5
1	20	5	3,2	1,5
3	12	3	1,92	1,5
1	8	2	1,28	1,5
Total	2684	671		

Tabela 13 - Dimensionamento das localizações do APA1

Localizações APA1	Paletes	Posições de paletes	Comprimento (m)	Largura (m)
12	56	14	8,96	1,5
9	52	13	8,32	1,5
7	44	11	7,04	1,5
15	32	8	5,12	1,5
21	24	6	3,84	1,5
11	12	3	1,92	1,5
7	8	2	1,28	1,5
Total	2620	655		

Assim, por exemplo, no Armazém de LVT existem 29 localizações com capacidade para 64 paletes (16 posições de paletes no chão x 4 níveis de altura). Cada uma dessas localizações tem de comprimento 10,24 metros e uma largura de 1,5 metros.

Depois do cálculo do número de localizações necessárias para o armazenamento, assim como o dimensionamento de cada localização foi realizada a distribuição dos vários produtos pelas respetivas localizações, tendo em conta as capacidades disponíveis, a classificação ABC e os níveis de consumo e os armazéns onde são consumidos.

Por fim, nas figuras 34 e 35 e nos anexos E F, é possível observar os *layouts* dos dois armazéns. Para o desenho destes *layouts* foi utilizado o *software AutoCAD*, que é um *software CAD (Computer Aided Design)*. Este *software* permite a elaboração de desenhos técnicos a duas dimensões e também a criação de modelos tridimensionais.

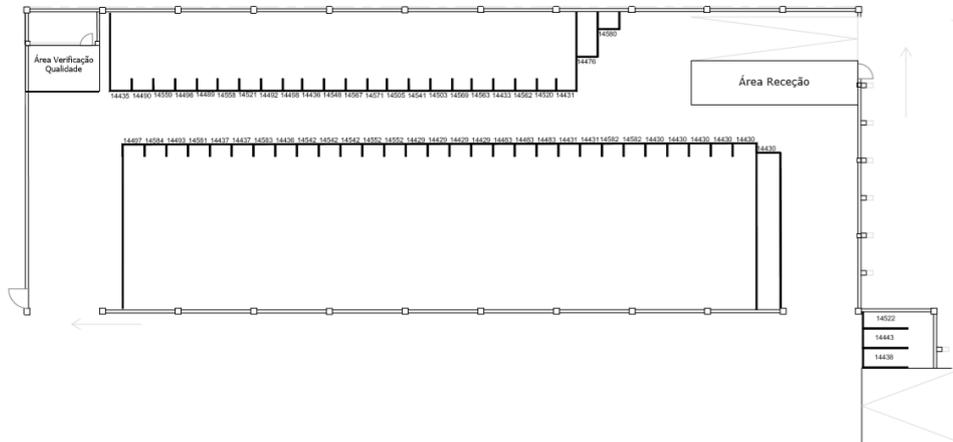


Figura 34 - Layout final do Armazém LVT

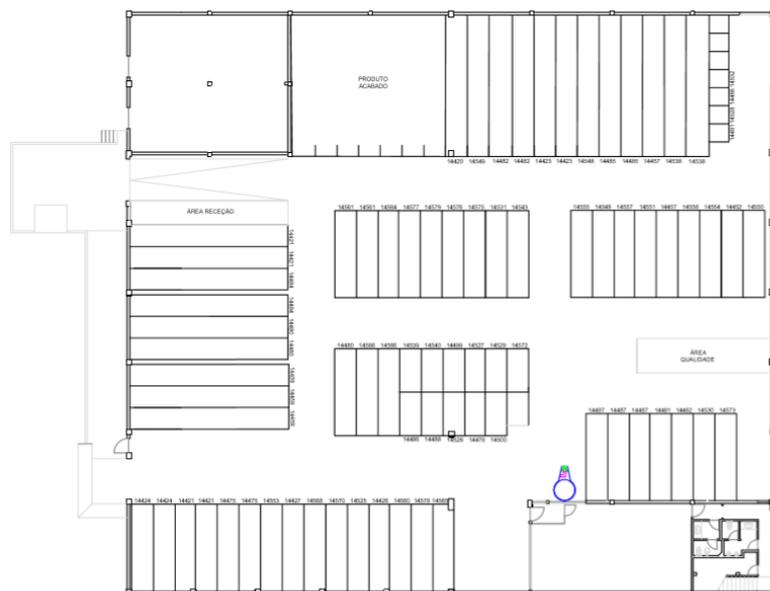


Figura 35 - Layout final APA1

É possível verificar que tanto no armazém LVT como no APA1 foram criadas áreas reservadas para a recepção dos produtos e também para a verificação por parte do Departamento de Qualidade com as dimensões apresentadas na tabela 14. Essas dimensões foram obtidas com a ajuda dos responsáveis dos armazéns.

Tabela 14 - Dimensionamento das áreas para análise da qualidade e de receção em ambos os armazéns

	Área Qualidade (m2)	Área Receção (m2)
AF3	14,1	33
APA1	23,75	18,87

O APA1 tem também uma área reservada para Produto Acabado, pois será aí que se colocarão as paletes de produto acabado que serão enviadas *a posteriori* para o armazém de produto acabado situado, atualmente, em Lourosa.

No APA1, foi construída uma rampa de acesso ao cais de 11 metros, o que permite que um operador sozinho consiga fazer as cargas e descargas que, anteriormente, eram efetuadas por dois operadores. Isto tem uma grande relevância pois apenas existe um operador responsável por realizar as descargas de placas LVT e, se esta rampa não fosse construída, teria que ser chamado um operador que estivesse livre para o ajudar, ou então o operador teria que se deslocar com a paleta pela rampa de acesso até outra entrada do armazém. A figura 36 ilustra a proposta de alteração e a figura 37 ilustra a nova rampa, após a sua construção que teve um custo de 2.600€.



Figura 36 - Proposta para construção da rampa de acesso



Figura 37 - Nova rampa de acesso após construção

No final, esta proposta para o *layout* dos armazéns apresenta uma capacidade de armazenamento de 5.304 paletes, mais 278 paletes do que o teoricamente necessário. Foi ainda proposto um método de localização fixa, ou seja, cada produto terá a sua localização definida. Como os armazéns de descarga estão distantes um do outro (ver figura 38), com uma distância de 131 metros, foi proposto que os fornecedores enviassem os produtos com destino ao mesmo armazém em conjunto para, desta forma, simplificar todo o processo e reduzir as distâncias a percorrer. Seria entregue na portaria uma lista com os produtos que seriam descarregados no armazém LVT e, assim, o porteiro conseguiria indicar o local de descarga para o contentor.

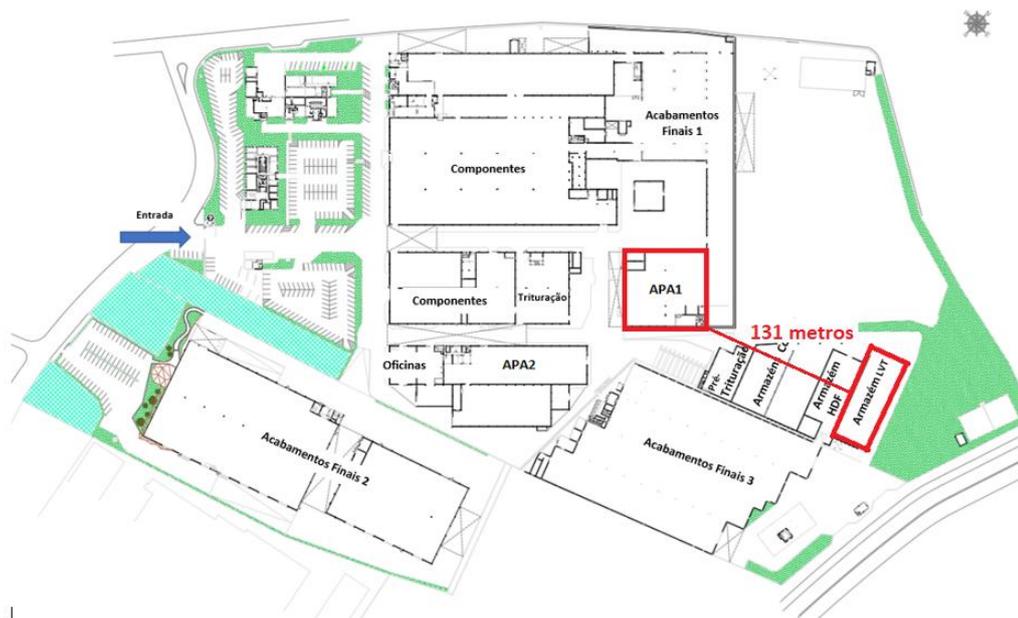


Figura 38 - Demonstração da distância entre armazéns

Por fim, podemos concluir que o sistema de armazenamento com o novo *layout* não se alterou em relação ao atual (armazenamento no chão em bloco) tendo-se verificado não ser possível passar para o armazenamento no chão em linha, devido ao espaço disponível para construção e a todas as restrições já citadas. A utilização de *racks*, tanto estáticas como dinâmicas não é viável devido ao peso e volume das embalagens, ao espaço disponível para armazenamento e ao custo elevado da aquisição de *racks* capazes de suportar este tipo de produtos. Assim, a automatização do armazém como o a implementação do FIFO, não serão tarefas de fácil execução.

A empresa mostrou-se bastante interessada na implementação desta proposta, e decidiu avançar com a mesma, no entanto com a integração no projeto do novo armazém central e com todas as complicações inerentes, nomeadamente a redução do tempo do projeto de dissertação, não foi possível visualizar e avaliar essa mesma implementação.

4.1.2.1 Pavimento

Outro dos problemas verificados no armazém foi que este possui um pavimento irregular, que dificulta o manuseamento do material por parte do operador e que, algumas vezes, é uma

das razões responsáveis pela queda do mesmo. Desta forma, foi necessário propor uma melhoria no pavimento. Assim, em conjunto com o responsável do armazém foram contactadas três empresas, que por razões de confidencialidade não podem ser mencionadas no projeto, obtendo-se orçamentos diferenciados, apresentados na tabela 15:

Tabela 15 - Propostas para pavimento industrial

	Empresa		
	A	B	C
Tipo de pavimento	Pavimento industrial com base de betão simples	Pavimento industrial com base de betão simples	Pavimento industrial com base de betão simples
Espessura	10 cm	20 cm	10 cm
Local de Fabrico	Central	Central	Central
Betonagem	Desde o Camião	Desde o Camião	Desde o Camião
Espalhamento e vibração	Manual	Manual	Manual
Acabamento	Afagamento Mecânico	Afagamento Mecânico	Afagamento Mecânico
Cor	Cinzento Natural	Cinzento Natural	Cinzento Natural
Complementos	Inertes de quartzo, pigmentos e aditivos	Inertes de quartzo, pigmentos e aditivos	Inertes de quartzo, pigmentos e aditivos
Rendimento	5 kg/m ²	5 kg/m ²	6 kg/m ²
Preço/m²	19,85 €/ m²	22,50 €/ m²	26,30 €/ m²
Preço para Armazém LVT (1049 m²)	20 822,65 €	23 602,50 €	27 588,70 €

Tendo em conta os orçamentos e as características das diferentes propostas, é possível verificar que a empresa A é a que apresenta um orçamento mais baixo, contudo a empresa B apresenta um pavimento com uma espessura superior o que, a longo prazo, poderá ser benéfico. Por fim a empresa C apresenta como vantagem o rendimento do seu pavimento, contudo o custo também do pavimento também é o mais elevado. Estes orçamentos deverão ser apresentados aos responsáveis da empresa para que estes decidam sobre a viabilidade, ou não, da melhoria proposta e qual a empresa a contratar para efetuar o trabalho.

4.1.2.2 Iluminação

A iluminação presente no armazém, e em especial no local de descarga, é muito reduzida e no horário de Inverno, em que anoitece mais cedo, as dificuldades são mais evidentes. Desta forma, como a ergonomia dos operadores é fundamental, por questões de saúde dos mesmos e também para que estes obtenham um rendimento superior, foi sugerida a instalação de um foco LED no local de descarga sendo que existem várias soluções no mercado, a preços bastante acessíveis. Depois de uma análise, foi solicitado um orçamento e o respetivo prazo de entrega para uma campânula industrial LED à empresa X. A luminária apresenta um consumo de energia de 200 *Watt* e uma eficiência de 190 Lm/W (por cada *Watt* de eletricidade consumido são emitidos 190 *lumens* de luz). Desta forma, a luminária emite 38.000 lumens. Dentro da escala de eficiência energética, esta luminária está classificada como A++ e, adicionalmente, apresenta uma garantia de 5 anos (ver figura 39).

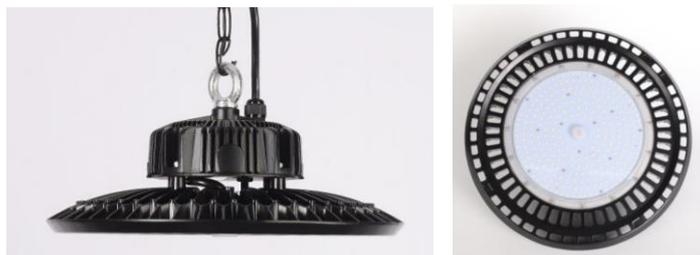


Figura 39 - Luminária LED proposta

O orçamento para luminária foi de 159,40 €, com o valor do I.V.A. incluído. É também uma proposta que aguarda aprovação superior.

4.1.2.3 Equipamento de Manuseamento

O equipamento de manuseamento é fundamental para a obtenção do melhor desempenho aquando da execução das tarefas sendo de notar que o equipamento disponível para a execução de tarefas de manuseamento no armazém em análise era demasiado antiquado e não dispunha de algumas funcionalidades indispensáveis para a obtenção de vantagem competitiva. Neste caso o empilhador não possuía garfos automáticos, o que obrigava o operador a sair do mesmo, sempre que necessitava de alargar ou encolher os garfos. Como as paletes vêm acondicionadas dentro do contentor, tendo como objetivo o máximo aproveitamento do espaço, a orientação das mesmas tanto é na vertical como na horizontal. Isto obriga uma troca constante da largura dos garfos do empilhador e conseqüentemente em grandes perdas de tempo, que poderiam ser evitadas e, assim, uma proposta de alteração do equipamento era fundamental.

Tendo em conta que a escolha do empilhador tinha de obedecer a algumas características, com a ajuda do gestor de armazéns da empresa, foram discutidas algumas possibilidades. O empilhador teria de ser elétrico, possuir uma capacidade de carga de 3 toneladas e um tipo de mastro triplex (três estágios de mastro), que proporcionam menor altura com os mastros recolhidos e maior elevação com eles estendidos.

Foram analisadas algumas possibilidades e propostas, nomeadamente de compra e de aluguer de empilhadores, presentes nos anexos G e H. Por uma questão de confidencialidade, os dados das empresas foram ocultados.

De seguida foi realizada uma comparação entre o aluguer a 60 meses e a compra e custos de manutenção a 60 meses. Os dados relativos a essa análise estão presentes na tabela 16.

Tabela 16 - Propostas de aluguer e compra de empilhadores

EMPRESA	RENTING (60 MESES)	COMPRA + MANUTENÇÃO (60 MESES)	
	EMPILHADOR	MANUTENÇÃO	EMPILHADOR
X	28 950,00 €	Preventiva	35 934,00 €
Y	39 300,00 €	Preventiva	34 958,20 €
Z	34 942,20 €	Preventiva	35 550,00 €
		Total	37 050,00 €

Através dos dados presentes na tabela 16, é possível verificar que a opção mais rentável para a empresa é o aluguer de um empilhador pelo fornecedor X. Se a opção da empresa for a compra, a melhor opção é a do fornecedor Y.

4.2 Armazém Central de Produto Acabado

Depois da análise feita ao armazém de LVT foi feita uma outra análise, desta vez focada no novo armazém central de produto acabado localizado na unidade de Lourosa.

4.2.1 Análise de comparação

Nesta secção será, portanto, realizada uma análise de comparação às áreas dos armazéns anteriores e do futuro armazém, ao fluxo de materiais tendo em conta os níveis de produção atuais e futuros e ainda ao dimensionamento dos transportes.

4.2.1.1 Fluxo de materiais entre unidades – produção atual

Tal como referido na secção 3.4.3, os produtos podem ser finalizados em três setores distintos, na unidade de Oleiros: AF1, AF2 ou AF3.

Os setores AF1 e AF3 apresentam, atualmente, um nível de produção médio de 60 paletes aproximadamente, enquanto que o setor AF2 apresenta um nível médio de 80 paletes. O tempo médio de carregamento é de 30 minutos e de 25 minutos para a descarga. O tempo médio de viagem entre a unidade de Oleiros e a unidade de Lourosa é de 20 minutos. Estes tempos foram analisados em conjunto com o gestor do armazém. Na unidade de Lourosa, o tempo médio de descarga mantém-se nos 25 minutos, e o de carregamento nos 30 minutos. O material carregado em Lourosa, são folhas de cortiça, de diferentes dimensões e espessuras, que serão utilizadas nas unidades de acabamentos em Oleiros. Só é possível carregar 20 paletes deste material por camião, enquanto de produto acabado são transportadas 27 paletes. A figura 40 apresenta um esquema representativo do fluxo de materiais entre as unidades.

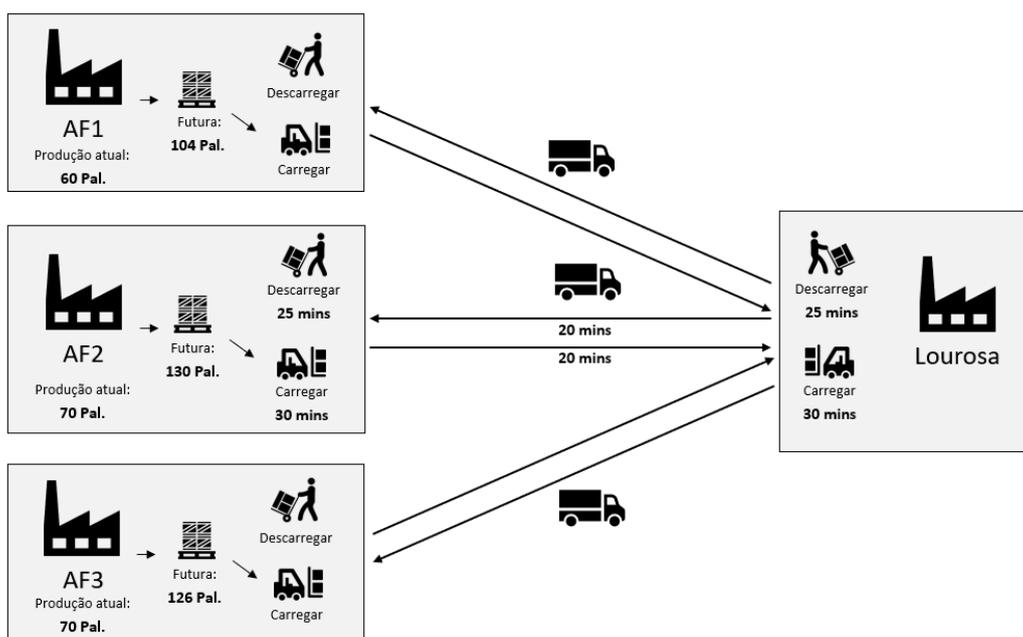


Figura 40 - Esquema representativo do fluxo de materiais entre unidades

4.2.1.1.1 Dimensionamento dos transportes

Atualmente, os níveis de produção dos 3 setores de acabamentos, representa um total de 200 paletes diárias que necessitariam ser transportadas para a unidade de Lourosa. Contudo o objetivo da empresa passa por aumentar os níveis de produção para 360 paletes diárias. Tendo em conta que o tempo de abertura de cada turno e, conseqüentemente, de cada camião é de 8 horas, na tabela 17 apresenta-se uma comparação do número de viagens que necessitam ser realizadas tendo em conta a carga atual e a carga futura.

Tabela 17 - Comparação entre o número de viagens necessárias

Carga Atual		Carga Futura	
Tempo de abertura de 1 camião/turno	8 h	Tempo de abertura de 1 camião/turno	8 h
Nº paletes/dia Oleiros - Lourosa	200 pal.	Nº paletes/dia Oleiros - Lourosa	360 pal.
Paletes por camião	27 pal.	Paletes por camião	27 pal.
Nº viagens/dia necessárias	7,41	Nº viagens/dia necessárias	13,33
	8 viagens		14 viagens
Nº paletes/dia Lourosa - Oleiros	80 pal.	Nº paletes/dia Lourosa - Oleiros	140 pal.
Paletes por camião	20 pal.	Paletes por camião	20 pal.
Nº viagens/dia necessárias	4,00	Nº viagens/dia necessárias	7,00
	4 viagens		7 viagens
Tempo carga Oleiros - Lourosa	30 min.	Tempo carga Oleiros - Lourosa	30 min.
Tempo descarga Oleiros - Lourosa	25 min.	Tempo descarga Oleiros - Lourosa	25 min.
Tempo carga Lourosa - Oleiros	30 min.	Tempo carga Lourosa - Oleiros	30 min.
Tempo descarga Lourosa - Oleiros	25 min.	Tempo descarga Lourosa - Oleiros	25 min.
Tempo viagem (Ida)	20 min.	Tempo viagem (Ida)	20 min.

Através da análise da tabela 17 é possível verificar que com o aumento de produção o número de viagens a realizar, para escoar toda a produção, irá aumentar de 8 para 14, no caso de produto acabado. No caso de matérias primas as viagens aumentarão de 4 para 7.

Outro fator analisado foi se as expedições seriam realizadas em conjunto ou separadamente, ou seja, se as expedições realizadas de Oleiros para Lourosa de produto acabado, seriam em conjunto com as expedições realizadas de Lourosa para Oleiros de matérias primas, ou de forma separada. No caso de serem realizadas em conjunto os camiões após efetuarem a descarga de produto acabado em Lourosa teriam de aguardar o carregamento das matérias primas para transportarem para Oleiros, enquanto que com expedições separadas existiria um transportador para matérias primas e outro para produto acabado. A comparação entre as duas soluções, tendo em conta a carga atual e a carga futura são demonstradas na tabela 18.

Tabela 18 - Comparação entre a carga atual e a carga futura para os diferentes tipos de soluções

Carga Atual

Solução 1 - Expedições juntas

Tempo ciclo	150	min.
	2,5	h
Tempo total	1200	min.
	20	h
Camiões necessários	2,5	
	3	camiões
Ocupação dos camiões	83%	

Solução 2 - Expedições Separadas

Oleiros - Lourosa 200 pal.

Tempo ciclo	75	min.
	1,3	h

Tempo total	600	min.
	10,0	h
Camiões necessários	1,3	
	2	camiões
Ocupação dos camiões	63%	

Lourosa - Oleiros 80 pal.

Tempo ciclo	75	min.
	1,3	h

Tempo total	300	min.
	5,0	h
Camiões necessários	0,63	
	1	camiões
Ocupação dos camiões	63%	

Total	3	camiões
-------	----------	----------------

Carga Futura

Solução 1 - Expedições juntas

Tempo ciclo	150	min.
	2,5	h
Tempo total	2100	min.
	35	h
Camiões necessários	4,375	
	5	camiões
Ocupação dos camiões	88%	

Solução 2 - Expedições Separadas

Oleiros - Lourosa 360 pal.

Tempo ciclo	75	min.
	1,3	h

Tempo total	1050	min.
	17,5	h
Camiões necessários	2,19	
	3	camiões
Ocupação dos camiões	73%	

Lourosa - Oleiros 140 pal.

Tempo ciclo	75	min.
	1,3	h

Tempo total	525	min.
	8,8	h
Camiões necessários	1,09	
	2	camiões
Ocupação dos camiões	55%	

Total	5	camiões
-------	----------	----------------

Através da análise da tabela 18, é possível verificar que a solução mais rentável é a solução 1, em que as expedições são realizadas em conjunto, uma vez que a percentagem de ocupação dos camiões é superior. Para o transporte de carga futura, serão necessários 5 camiões. Tendo em conta que a empresa possui 2 camiões seria necessário adquirir ou subcontratar 3 camiões.

4.2.1.1.2 Investimento em transportes

Tal como referido anteriormente a empresa teria necessidade de adquirir ou subcontratar 3 camiões. Desta forma foram estudados possíveis investimentos caso a empresa decidisse comprar esses camiões (ver tabela 19).

Tabela 19 - Investimentos e custos com a aquisição de 3 camiões

	Investimentos	Custos Anuais	Amortização 4 anos
Camião - Trator x3	90 000,00 €		22 500,00 €
Camião - Trailer x3	30 000,00 €		7 500,00 €
Mão de Obra		45 000,00 €	- €
Gasóleo		12 760,00 €	- €
Contrato Manutenção		6 000,00 €	- €
Despesas Fixas		3 000,00 €	- €
Total	120 000,00 €	66 760,00 €	30 000,00 €

Total = 96 760,00 €

Estes dados foram obtidos com a ajuda do departamento de compras do grupo Amorim, tendo sido considerado um investimento de 30.000 € por trator e de 10.000€ por *trailer*.

Não contando com estes investimentos, que são ativos para a empresa e que não entram para comparação com a subcontratação de transportes, a empresa teria um custo anual nos primeiros 4 anos de 96.760 €.

Tendo por base este custo, para que fosse vantajoso para a empresa subcontratar o custo teria de ser inferior ao custo anual da compra dos três camiões. Desta forma, na tabela 20, é apresentado um quadro resumo dos custos por viagem e os impactos desses custos no custo anual com a subcontratação de transportes que garantam a realização de 14 viagens diárias (ver tabela 20).

Tabela 20 - Análise dos custos por viagem e efeito no custo anual

Custo por Viagem	Custo anual
100,00 €	317 000,00 €
80,00 €	255 000,00 €
60,00 €	190 000,00 €
40,00 €	127 000,00 €
30,50 €	96 760,00 €
30,00 €	95 000,00 €
20,00 €	64 000,00 €

Para que compensasse a subcontratação dos meios de transporte, o valor do custo por viagem teria de ser inferior a 30,50 €. Para o cálculo foram considerados 227 dias de trabalho e as

14 viagens que seriam realizadas. Como este valor não é viável, por ser muito baixo, a opção mais lógica seria a aquisição de 3 camiões. Contudo, esta é uma decisão que ainda não foi tomada, pelo que estes orçamentos deverão ser apresentados aos responsáveis da empresa para que possam decidir a proposta que considerem mais interessante.

4.2.1.2 Área dos Armazéns

Como referido na secção 3.4.3.2, a armazenagem de produto acabado, é feita atualmente em dois armazéns: APA1 e APA2. O conjunto dos dois armazéns apresenta uma área de 3.202 m² e uma capacidade de armazenamento para 3.752 paletes. Para o desenvolvimento do projeto de centralização do *stock* do armazém central, ficou definido remover a linha de prensa de blocos, visível na figura 41.

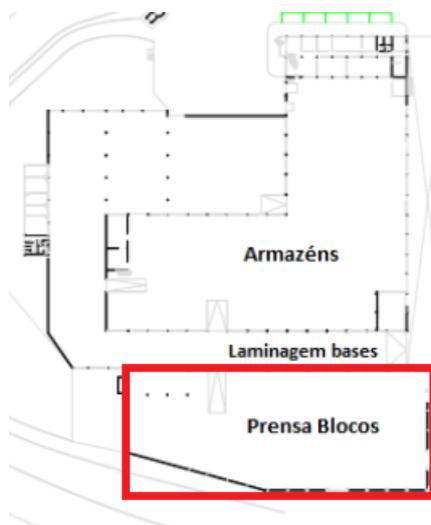


Figura 41 -Localização da linha de prensa de blocos na planta

Esta linha passará para a unidade de Oleiros, ficando assim o futuro armazém com uma área de 6.895 m². Assim, a área do novo armazém é 2,15 vezes superior às áreas dos armazéns anteriores, equivalente a um ganho de 3.953 m².

4.2.2 Caracterização do inventário

Nesta secção apresentam-se as análises do inventário de todos os produtos acabados, nomeadamente, mapeamento da quantidade inventariada ao longo de um período determinado, uma análise ABC tendo por base a rotação dos produtos, e uma análise XYZ para perceber as flutuações no consumo.

4.2.2.1 Mapeamento da quantidade inventariada

Para iniciar a análise do caso de estudo, o primeiro passo foi mapear o inventário mensal no ano de 2019, assim como o seu consumo no mesmo período. Este mapeamento permite obter informações sobre a quantidade de material que é armazenado e expedido sendo que foi caracterizado o ano de 2019 uma vez que este é o ano mais recente que apresenta dados referentes ao ano todo. Na tabela 21 são demonstrados os dados relativos ao inventário total mensal no ano de 2019.

Tabela 21 – Valores totais de stock mensal do ano de 2019

2019	
Mês	Quantidade (paletes)
Janeiro	7 088
Fevereiro	8 117
Março	8 287
Abril	7 401
Mai	8 019
Junho	7 741
Julho	9 043
Agosto	6 712
Setembro	9 641
Outubro	10 317
Novembro	11 027
Dezembro	10 610

Analisando a tabela 21, conclui-se que o mês com menor inventário foi o mês de Agosto, com um total de 6.700 paletes, aproximadamente. Por outro lado, o mês com maior inventário foi o mês de Novembro, com um inventário aproximado de 11.000 paletes.

Tendo em conta estes dados, foi possível calcular o valor médio mensal e o desvio padrão do inventário, obtendo-se o valor médio de 8.667 paletes por mês em inventário e um desvio de 1.439,7 paletes, ou seja o correspondente a 1,66% com respeito à média, sendo uma percentagem bastante aceitável.

Com recurso aos dados apresentados na tabela 21, foi elaborado um gráfico do inventário mensal, apresentado na figura 42 com o objectivo de obter uma melhor visualização dos dados em análise.



Figura 42 - Gráfico representativo do inventário mensal do ano de 2019

Na figura 42 é possível observar que no primeiro semestre do ano de 2019 os valores do inventário foram sempre inferiores à média e que, no segundo semestre, esses valores são de certa forma compensados, verificando-se valores superiores à média, com exceção do mês de Agosto, que é o mês em que a empresa está encerrada para férias, sendo este facto a possível explicação para a redução do stock neste período. A subida dos níveis de stock na segunda metade do ano podem ser explicados por um decréscimo do número de vendas neste período, aliados a uma nova filosofia na gestão de inventário, que obrigou a um aumento do stock de segurança.

O passo seguinte passou pela análise dos consumos ao longo do ano de 2019, vívisel através dos dados presentes na tabela 22.

Tabela 22 - Consumos mensais no ano de 2019

2019	
Mês	Quantidade (paletes)
Janeiro	4 906
Fevereiro	4 480
Março	4 708
Abril	4 510
Maio	4 219
Junho	4 202
Julho	4 836
Agosto	3 601
Setembro	3 273
Outubro	4 609
Novembro	4 270
Dezembro	2 990

Analisando a tabela 22, conclui-se que o mês com menor consumo foi o mês de Dezembro, com um total de 2.990 paletes. Por outro lado, o mês com maior consumo foi o mês de Janeiro, com um consumo aproximado de 4.900 paletes.

Tendo em conta estes dados, foi possível calcular o valor da média mensal e o desvio padrão do consumo, obtendo-se o valor de 4.217 paletes médias mensais consumidas e um desvio de 616,9 paletes, ou seja o correspondente a 1,46% com respeito à média, sendo também uma percentagem bastantante aceitável.

Assim como para o inventário, foi também elaborado um gráfico do consumo mensal, com recurso aos dados apresentados na figura 43, com o objectivo de obter uma melhor visualização dos dados em análise.

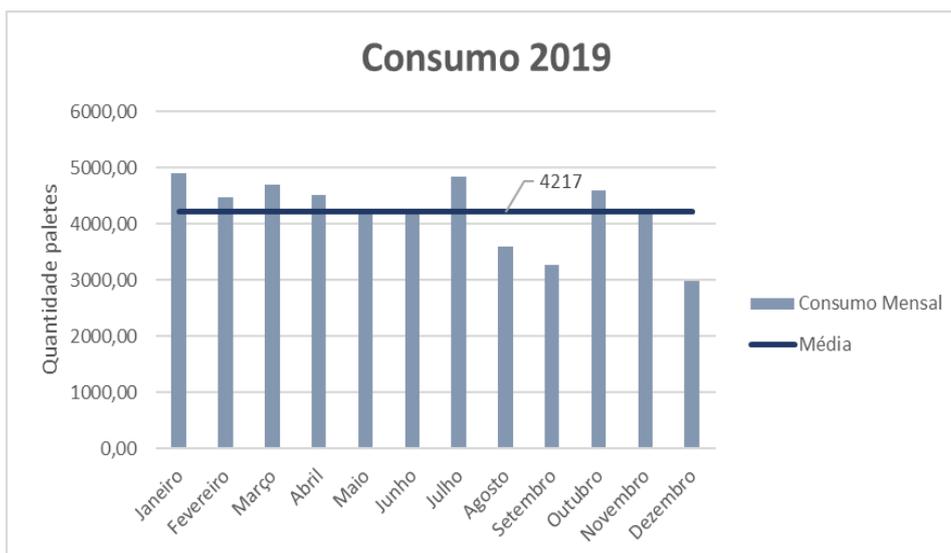


Figura 43 - Gráfico representativo dos consumos mensais do ano de 2019

Na figura 43 é possível observar que no primeiro semestre do ano de 2019 os valores do consumo rondaram sempre a média, ou foram ligeiramente superiores, e que no segundo semestre esses valores são ligeiramente inferiores, à exceção dos meses de Outubro e Novembro, em que o valor do consumo rondou a média. De certa forma estes valores complementam os valores do inventário, uma vez que se verifica maior consumo nos meses de menor inventário e menor consumo nos meses com um inventário superior.

4.2.2.2 Análise ABC

A Amorim Cork Flooring, apresenta atualmente uma categorização ABC do seu produto final, como referido na secção 3.4.1. Segundo essa categorização, apenas os produtos B serão armazenados no armazém central. No entanto, todos os produtos A e C terão de passar pelo armazém central antes de serem enviados para a unidade de distribuição ou para o cliente final.

Os dados referentes a esta categorização estão presentes na tabela 23.

Tabela 23 - Dados referentes à categorização ABC

Categorização	SKU's	% SKU's	Soma Médias Stock	Soma Médias Consumo	Média das Médias Consumos
A	193	12%	1228	659	3
B	286	17%	4569	1899	7
C	460	28%	1421	1010	2
O	717	43%	1449	649	1
Total Geral	1656	100%	8667	4217	3

Através da análise da tabela 23, é possível verificar uma categorização nunca mencionada anteriormente: a categorização O. Esta categorização corresponde a artigos que foram saindo do

catálogo da empresa. É possível verificar que a percentagem destes produtos é bastante significativa correspondendo a mais de 40% das SKU's. Ao longo do tempo estes produtos têm vindo a ser descontinuados, contudo a empresa não pretende terminar com todo este *stock*, o que resultaria num enorme prejuízo e, assim, tem tentado vender estes produtos a um preço mais acessível. Assim, nesta fase de transição, estes produtos não serão transferidos para o armazém de Lourosa, ficando armazenados no armazém em Oleiros e por esta razão, tendo também em conta que acabarão por sair do *stock*, não serão considerados para o estudo de caso.

Atualizando a tabela 24, obtém-se a seguinte informação:

Tabela 24 - Dados referentes à categorização ABC sem produtos O

Categorização	SKU's	% SKU's	Soma Médias Stock	Soma Médias Consumo	Média das Médias Consumos
A	193	21%	1228	659	3
B	286	30%	4569	1899	7
C	460	49%	1421	1010	2
Total Geral	939	100%	7218	3568	4

Os dados da tabela 24 mostram que atualmente existem 939 referências de produto acabado, contudo a empresa está a trabalhar no desenvolvimento de novos visuais, estimando-se que este valor chegue às 1000 referências.

Tendo em conta que esta categorização é baseada nas vendas anuais por tipo de mercado, o passo seguinte passou por realizar uma nova classificação ABC dos produtos tendo como base os seus consumos mensais e a sua passagem pelo armazém central, visto que todos passarão por ele mesmo que por um curto período.

Com recurso à análise mencionada na secção anterior (janeiro a dezembro de 2019), das 939 referências, 330 foram consideradas classe A, 422 classe B e as restantes 187 classe C, como é possível verificar na tabela 25.

Tabela 25 - Proporção e quantidade de SKU's por tipo de classe ABC

Classe	Corte	Proporção SKU's	QTD SKU's
A	80%	35%	330
B	95%	45%	422
C	100%	20%	187

De modo a obter uma melhor visualização dos dados em análise, apresenta-se na figura 44 um gráfico da análise ABC.

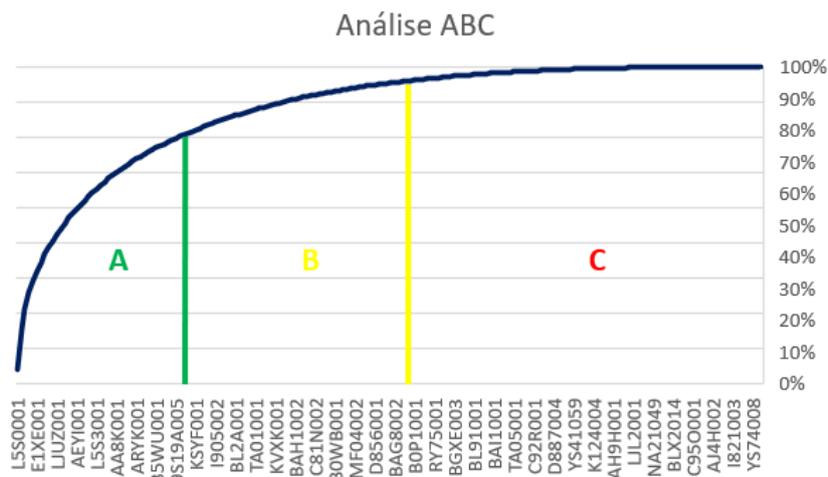


Figura 44- Gráfico representativo da análise ABC

É possível verificar através da observação da tabela e do gráfico que esta análise não segue a regra de Pareto, em que 80% dos produtos representam 20% dos consumos, uma vez que essa percentagem é um pouco superior (35%), mas a maior diferença é relativa aos produtos de classe C que deveriam ter um peso de 50% e apenas têm 20%.

4.2.2.3 Análise XYZ

De seguida, recorreu-se a uma análise XYZ, em que os artigos foram classificados segundo as flutuações dos seus consumos.

Em função do cálculo do Coeficiente de Variação (CV) para cada um dos produtos obtiveram-se os dados da tabela 26.

Tabela 26 - Proporção e quantidade de SKU's por tipo de classe XYZ

Artigo	CV	Consumo	Proporção SKU's	QTD SKU's
X	CV < 0.5	Constante	7%	68
Y	0.5 <= CV <= 1	Fortes Flutuações	27%	256
Z	CV > 1	Completamente irregular	65%	615

Dos valores da tabela 26 verifica-se que apenas 7% dos produtos apresentam valores de consumo constantes e mais de metade (65%) dos produtos apresentam valores de consumo completamente irregulares.

Tendo em conta que 93% dos produtos apresentam valores de *stock* com elevada irregularidade, não faria sentido atribuir uma localização fixa para estes produtos, pois seria necessário aplicar uma variação elevada aos valores de *stock*, o que resultaria numa elevada perda de espaço.

Desta forma optou-se por estudar a possibilidade de apenas localizar de forma fixa os produtos categorizados pela empresa como B - produtos que serão armazenados no armazém central - e que apresentassem valores de *stock* constantes, independentemente da análise ABC realizada anteriormente.

Os valores da tabela 27, demonstram as quantidades e proporções desses produtos, sendo que, por exemplo, a classe BAX, corresponde a um artigo categorizado como B pela empresa, A pela classificação mencionada na secção anterior, e X por apresentar valores de *stock* constantes, ou seja, basicamente a concatenação das classificações.

Tabela 27 - Proporção e quantidades de SKU's dos produtos de categorização B

Classe	Proporção SKU's	QTD SKU's
BAX	3,51%	33
BBX	0,85%	8
BCX	0,53%	5
Total	4,90%	46

Daqui conclui-se que teriam de ser criadas localizações fixas para 46 produtos, apenas 4,90% do total.

No entanto, considerou-se benéfico o cálculo de uma variação de *stock* com base na equação abaixo para que o armazém estivesse preparado para *stocks* superiores dos produtos em análise.

$$\text{Variação (\%)} = \frac{\text{Stock Máximo} - \text{Stock Médio}}{\text{Stock Máximo}} \times 100$$

Contudo, para que não se ocupasse um espaço demasiado grande no armazém, definiram-se alguns critérios presentes na tabela 28.

Tabela 28 - Critérios para definição dos valores de *stock* a utilizar

Variações	Valores de Stock
< 15%	Usar Stock Médio
15% - 20%	Usar Stock com a variação respetiva
>20%	Usar Stock com uma variação de 20%

Desta forma, para variações inferiores a 15%, são utilizados os valores dos *stocks médios*. Para variações entre os 15% e 20% (inclusive), são utilizados os valores dos seus *stocks médios* somados com o valor das respetivas variações. No caso de se tratar de uma variação superior aos 20%, é utilizado o valor do *stock médio* somado com uma variação de 20%.

Após serem aplicados estes critérios obteve-se o valor do *stock* a considerar, ilustrado na tabela 29.

Tabela 29 - Valores de *stock* a considerar

Classe	Stock Médio	Stock a considerar após critérios
BAX	1698	2037
BBX	76	90
BCX	7	7
Total	1781	2134

Assim, as localizações que fossem criadas teriam de ter uma capacidade total para 2.134 paletes.

4.2.2.4 Análise de armazenagem baseada na similaridade

Outra possibilidade seria agrupar os produtos com base na sua procura. Assim, foi estudada esta possibilidade recorrendo ao programa *Warehouse Affinity*. Este é um programa *freeware*, que se encontra na internet, e que ajuda a identificar afinidades entre os produtos, ou seja, ajuda a encontrar os produtos que tendem a ser pedidos em conjunto, e também, quais os produtos ou pares de produtos que tendem a constituir pedidos completos, ou seja, as ordens de venda que são constituídas apenas por aqueles produtos. Tendo em conta estes aspetos, estes produtos podem merecer um posicionamento especial no armazém para aumentar a eficiência do *picking*.

Para iniciar a análise foi necessário obter um histórico de vendas, em que fosse identificado o pedido do cliente e o(s) produto(s) solicitado(s). Para além disso, os dados teriam de estar agrupados por pedido de cliente, para que os produtos do mesmo pedido aparecessem seguidos.

Após a inserção dos dados no programa os resultados não foram satisfatórios uma vez que não foram encontradas correlações entre pedidos e produtos.

4.2.2.5 Análise *Private Labels*

No decorrer do projeto, foi ainda constatado que os produtos das *private labels* tinham uma caixa específica, com o nome da *private label* estampado. Foi possível perceber, a partir dos operadores e administrativos, que esses produtos eram exclusivos das *private labels* respetivas, portanto, provavelmente, seria conveniente estes produtos estarem armazenados no mesmo local, o que levou à análise destes produtos.

Existem na empresa três *private labels*: Cortex, CorkHouse e Santana. As quantidades dos produtos, assim como as médias mensais de *stocks* e de consumos de cada *private label*, são apresentadas na tabela 30.

Tabela 30 - Análise dos produtos por *private label*

<i>Private Label</i>	QTD Produtos	Média Stock (Pal)	Média Consumos (Pal)
CORTEX	68	156	174
CORKHOUSE	70	33	22
SANTANA	9	10	7
Total Geral	147	198	203

Através da análise da tabela 30 verifica-se que a Cortex é a *private label* com maior média de *stock* e consumo.

Tal como se procedeu para as análises anteriores, foi realizada uma análise ABC e XYZ a todos os produtos das diferentes *private labels*. Tendo em conta a categorização ABC da empresa, apenas foram considerados para definição fixa de localização os produtos B. Na tabela 31, são apresentadas as quantidades desses produtos (B), por *private label*.

Tabela 31 - Produtos de categoria B por *private label*

<i>Private Label</i>	Produtos	Média Stock (Pal)	Média Consumos (Pal)
CORTEX	68	156	174
B	25	36	23
CORKHOUSE	70	33	22
B	15	9	6
SANTANA	9	10	7
Total Geral	147	198	203

É possível verificar pelos valores da tabela 31 que apenas existem produtos categorizados como B, na Cortex e na CorkHouse, com um total de 25 produtos na Cortex e 15 produtos na CorkHouse. Para estes produtos não foi realizada uma análise ABC, pois, tendo em conta que se trata de quantidades reduzidas, não foi considerada uma análise de valor acrescentado.

Assim, passou-se diretamente para uma análise XYZ obtendo-se os resultados presentes na tabela 32.

Tabela 32 - Análise XYZ dos produtos de categorização B

Categoria	Produtos	Média Stock (Pal)	Média Consumos (Pal)
CORTEX			
B	25	36	23
X	2	3	1
Y	11	21	10
Z	12	11	11
CORKHOUSE			
B	15	9	6
Y	1	2	2
Z	14	7	4
Total Geral	40	45	29

Tendo em conta os dados da tabela 32, verificou-se a existência de apenas 2 produtos com categoria X e os restantes 38 produtos, com categorias Y e Z, sendo necessária a definição de variações para as médias de *stocks* destes produtos. A tabela 33, apresenta as percentagens a considerar para os cálculos das variações.

Tabela 33 - Variações a considerar

Artigo	Variação a Considerar
X	0%
Y	10%
Z	15%

Desta forma, para produtos X é considerado o valor de *stock* médio, para produtos Y, é considerado um incremento de 10% relativo ao valor de *stock* médio e para produtos Z, é considerado um incremento de 15% relativo ao valor de *stock* médio.

Após o cálculo dos valores de *stock* com a adição da variação, obtiveram-se os dados presentes na tabela 34.

Tabela 34 - Valores de *stock* a considerar

Private Label	Stock a considerar (Pal)
Cortex	40
CorkHouse	11
Santana	0

Da análise da tabela 34, é possível concluir que será necessária uma capacidade de 40 paletes para produtos Cortex e de 11 paletes para produtos CorkHouse. A *private label* Santana, como não apresenta produtos categorizados como *B*, não necessita de uma localização para armazenar *stock*.

4.2.3 *Layout* do novo armazém

Após todas as análises efetuadas seguiu-se a fase de definição do *layout* do novo armazém. A proposta do *layout* para o novo armazém foi realizada pelo *Kaizen Institute*, contudo esta proposta foi sofrendo alterações ao longo do desenvolvimento deste projeto, às quais foi dado o devido apoio, visto que o projeto teve início após todo o estudo realizado pelo *Kaizen Institute*. Assim, informações relativas às dimensões futuras do armazém já tinham sido estudadas e definidas, nomeadamente:

- a. Cálculo da área de armazenamento disponível;
- b. Cálculo do número de localizações necessárias para o armazenamento, assim como dimensionamento de cada localização, tendo sempre como objetivo a utilização máxima do espaço;
- c. Levantamento das medidas dos corredores do armazém – comprimento e largura.

Contudo, faltava ainda realizar um estudo relativo à distribuição dos vários produtos no armazém tendo em conta as capacidades disponíveis e as características do produto. Se faria sentido optar por um método de localização fixa para os produtos ou então por um método de localização aleatória, ou mesmo um misto de ambas. Faltava também ajustar alguns pormenores na planta do armazém.

A planta inicialmente definida está representada na figura 45.



Figura 45 - Planta inicialmente definida

Esta proposta apresentava uma capacidade estimada de 8.688 paletes, contudo foi sofrendo algumas alterações, como foi referido anteriormente, nomeadamente com a inserção de novos corredores e alteração de algumas localizações (remoção e inserção).

Para o estudo só foram disponibilizados dados de produto acabado, não sendo, portanto, analisados os stocks, consumos e as respetivas localizações dos artigos designados como *marketing tools*, rodapés perfis e químicos. Essas localizações foram alteradas e desenhadas na planta do armazém, através de medidas fornecidas pelo gestor do armazém.

Primeiramente foi necessário estimar o número de localizações necessárias para a armazenagem, através da seguinte fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de localizações necessárias} = \frac{\text{Quantidade de stock a armazenar}}{\text{Níveis de armazenamento}}$$

Desta forma e tendo em conta a análise efetuada na secção 4.2.2, seria necessário um espaço para armazenagem com capacidade para 7.218 paletes, e um mínimo de 1.805 localizações. Entendem-se estas localizações como o espaço no chão do armazém para uma palete, ou seja, são necessários 1.845 espaços em chão de armazém. Definiu-se que a altura máxima de armazenamento, para assegurar condições de segurança, seria de quatro paletes, ou seja, o nível de armazenamento seria de 4.

Para o acondicionamento e movimentação de cargas é utilizada na generalidade a palete europeia (1200 x 800 milímetros), contudo existem artigos que são comprados e armazenados em paletes americanas (1200 x 1000 milímetros). Apesar das dimensões das paletes, após o acondicionamento dos produtos as dimensões são aumentadas por estes ultrapassarem os limites das paletes. Assim, em vez de se movimentarem paletes com dimensões 1200 x 800 milímetros, passam a ser movimentadas paletes com 1240 x 840 milímetros, por exemplo. Desta forma importa definir localizações tendo em conta estes dados. As localizações definidas possuem várias dimensões e diferentes capacidades. Estes dados estão presentes na tabela 35.

Tabela 35 - Número de localizações, capacidade, comprimento e largura

Localizações	Paletes	Espaços chão armazém	Comprimento (m)	Largura (m)
28	44	11	9,28	1,5
8	36	9	7,65	1,5
32	32	8	6,9	1,5
22	28	7	6	1,5
68	24	6	5,3	1,5
45	20	5	4,5	1,5
15	16	4	3,6	1,5
92	12	3	2,6	1,5
43	8	2	1,8	1,5
			5,6	1,5
Total	7380	1845		

Assim, por exemplo, no armazém existem 28 localizações com capacidade para 44 paletes (11 posições de paletes no chão x 4 níveis de altura). Cada uma dessas localizações tem de comprimento 9,28 metros e uma largura de 1,5 metros. Foram definidos 1.845 espaços em chão de armazém para armazenagem, mais 40 que o mínimo necessário.

Depois do cálculo do número de localizações necessárias para o armazenamento, assim como o dimensionamento de cada localização foram definidos novos corredores para uma facilitar as movimentações dentro do armazém. Na figura 46 é possível visualizar a nova planta do armazém com as respetivas alterações

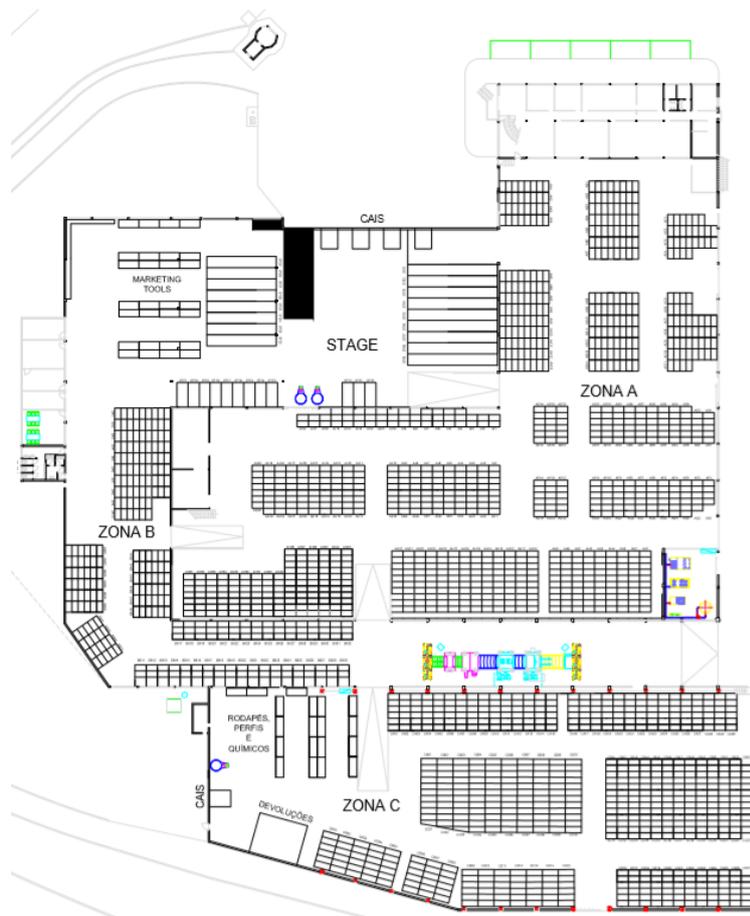


Figura 46 - Planta após alterações

É possível verificar também que as localizações de rodapés perfis e químicos foram alteradas. Foi também acrescentada uma zona para a receção e tratamento de devoluções (presente na Zona C)

Os valores da capacidade para armazenagem com a nova planta estão presentes na tabela 36.

Tabela 36 - Capacidade de armazenagem na nova planta

Capacidade (A+B+C)	7384
Capacidade ST	1048
Capacidade Total	8432

Desta forma obtém-se uma capacidade total para 8.428, sendo possível armazenar 7.380 paletes no conjunto das zonas A, B e C e 1.048 nas zonas de preparação para expedição - *Stage*.

De seguida, tendo como base as análises ABC, XYZ, das *Private Labels* e as capacidades disponíveis, foi realizada a distribuição dos vários produtos pelas respetivas localizações, representada na figura 47.

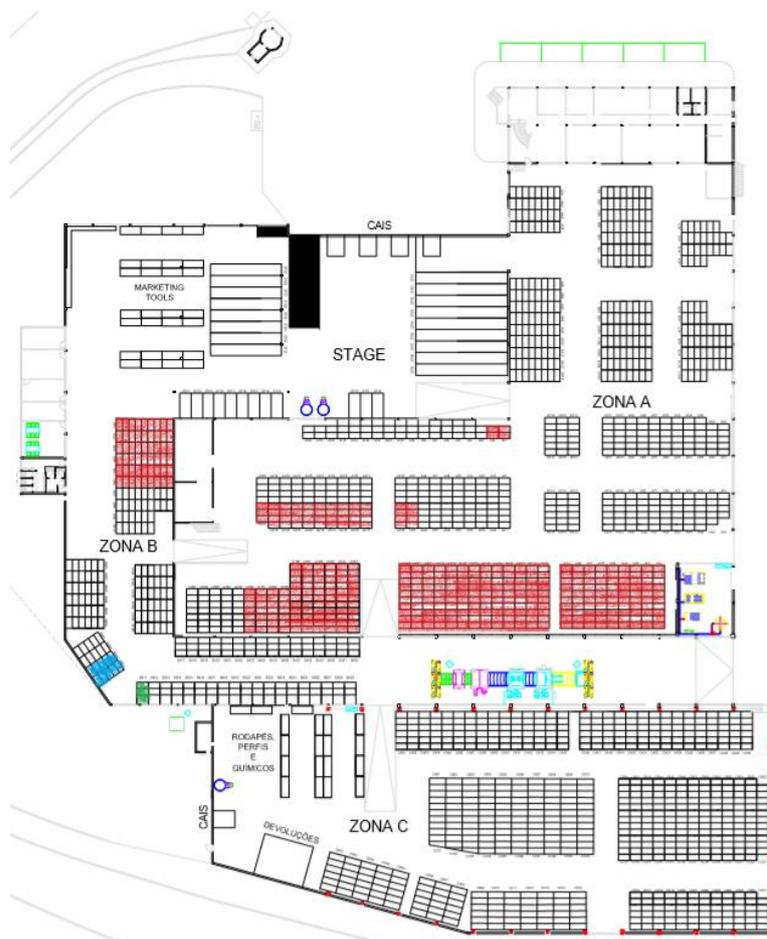


Figura 47 – Distribuição dos produtos com localização fixa

As localizações pintadas a azul são as destinadas à *private label* Cortex, a que está a verde é destinada à *private label* CorkHouse e as restantes pintadas a vermelho para os produtos classificados como BAX, BBX e BCX, conforme a análise efetuada na secção 4.2.3.3.

No total foi utilizada uma capacidade de 2185 paletes e 55 localizações. Dessas localizações 32 com capacidade para 44 paletes, 6 com capacidade para 32 paletes, 13 com capacidade para 20 paletes, 1 com capacidade para 12 paletes e 2 com capacidade para 8 paletes. Um aspeto positivo a assinalar com a definição destas localizações fixas é o facto de a maior parte delas serem grandes localizações, que se não tivessem um produto alocado, ou seja se fosse utilizado um método de localização aleatória, o *picking* seria dificultado, aumentando o tempo de recolha dos produtos.

Importa referir que na planta do armazém não está definida uma área para receção dos produtos, pois o objetivo é receber os produtos e alocar logo de seguida após a descarga.

4.2.4 Gestão operacional do armazém

No decorrer do projeto foram também propostas outras soluções de melhoria de gestão interna do armazém para além da melhoria do *layout*. Nesta secção apresentam-se propostas alternativas à situação atual de funcionamento.

4.2.4.1 Fluxograma do sistema de classificação automatizado

Com o intuito de melhorar os processos internos da armazenagem, foi elaborada uma proposta de funcionamento de um sistema de alocação das paletes aquando da sua chegada a armazém, encontrando-se este esquematizado no diagrama do fluxo apresentado na figura 48.

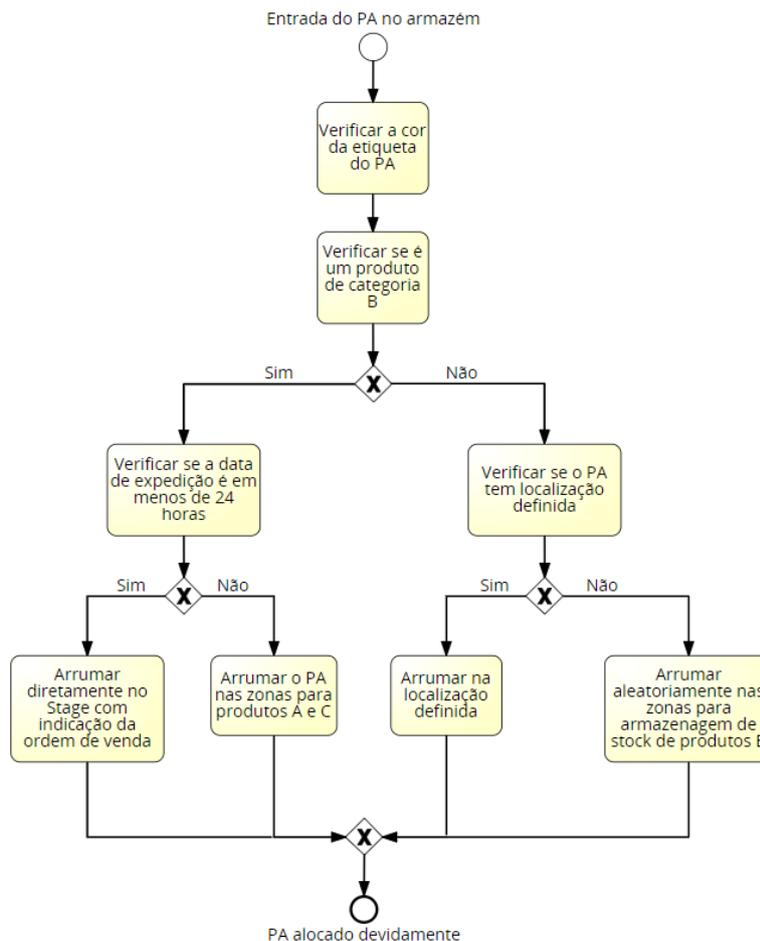


Figura 48 - Diagrama do fluxo com o sistema de classificação automatizado

A ideia deste sistema é permitir uma fácil identificação da categoria do produto que está a ser arrumado de forma a facilitar as atividades de armazenagem e despacho.

Quando as paletes chegam ao final da linha de produção, passam por uma etiquetadora que lhes coloca uma etiqueta com a identificação do artigo, a quantidade e um código de barras. Se esta etiqueta possuir uma cor dependendo do tipo de artigo (A, B ou C), e se o armazém estiver dividido por zonas também dependendo do tipo de artigo, as atividades de armazenagem e expedição, tornam-se muito mais fáceis. Uma vez identificadas as paletes, o processo de

armazenagem é igual ao atual, diferindo apenas no facto de as paletes serem colocadas em zonas predestinadas. Isto significa que o armazém deve estar dividido em zonas correspondentes à classificação anterior, de modo a colocar as paletes que entram no armazém no local apropriado. Estas zonas encontram-se esquematizadas na figura 49.

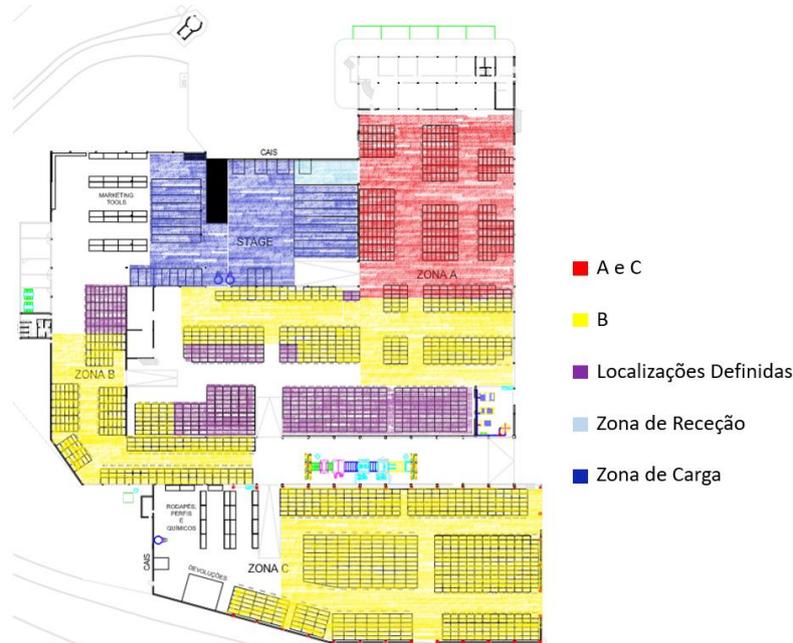


Figura 49 - Diferentes zonas no armazém

A zona a vermelho corresponde aos produtos A's e C's que são os que estão menos tempo dentro do armazém, e por essa razão devem ficar localizados perto da zona de carga para diminuir os tempos de *picking*. Os produtos que apresentam uma localização fixa estão representados nas zonas a roxo. A zona a amarelo é destinada à armazenagem dos produtos categorizados como B's, que serão aqueles produtos que serão armazenados durante um período mais longo.

Concluindo este sistema visa melhorar a eficiência no processo de armazenagem e expedição das paletes reduzindo tempos e aumentando a capacidade.

4.2.4.2 Equipamento para colocação de etiquetas autocolantes

A instalação de impressoras para a impressão de etiquetas autocolantes com cores diferenciadoras para as paletes saídas da linha de produção converte-se numa necessidade, de modo a evitar erros na armazenagem que consomem tempo e esforço desnecessário.

Atualmente já existem impressoras no final das linhas de produção, contudo para ter uma melhor identificação visual das paletes, as etiquetas autocolantes deveriam ser de cores variadas. Uma sugestão seria colocar etiquetas brancas nas paletes que serão armazenadas por períodos mais longos, ou seja, os produtos de categoria B, etiquetas amarelas nos produtos categorizados como A e vermelhas nos produtos categorizados como C. Seria, então, necessária a instalação de mais 6 impressoras de bancada, 2 em cada linha de acabamentos finais, para que sejam evitados *setups* por parte do operador, ao ter que trocar constantemente as etiquetas da impressora.

Assim já existiriam no final de cada linha 3 impressoras, cada uma delas com etiquetas de cores diferentes. O processo de etiquetagem seria exatamente o mesmo que é feito atualmente, ou seja, o operador responsável pela linha de produção teria que no final colar a etiqueta na palete, contudo o departamento informático do grupo, teria que desenvolver um *software* que reconhecesse o tipo de artigo (A, B ou C) e, automaticamente, definisse a impressora para a impressão da etiqueta correspondente. Foram analisadas algumas propostas de impressoras, e a impressora aconselhada pelo responsável de armazém foi uma impressora SATO CL6NX apresentada na figura 50.



Figura 50 – Impressora SATO CL6NX (fonte www.satoeurope.com)

O valor de cada impressora é de 2.909,55 €, pelo que o valor de investimento total seria de aproximadamente 17.500 €.

Com esta implementação, prevê-se uma grande melhoria na fase de alocação dos materiais no armazém. O operador responsável saberia, ao ver a cor da etiqueta, a zona onde colocar o material.

4.2.4.3 Definição de indicadores de desempenho

Tendo como finalidade uma futura avaliação da proposta de *layout* do novo armazém assim como do desempenho dos operadores nas diversas operações que desempenham, impunha-se a definição de indicadores de desempenho. Após uma pesquisa bibliográfica foram encontradas algumas propostas interessantes que se encaixavam perfeitamente no contexto do projeto. Segundo Bello (2011), para avaliação de um *layout* seria necessário agregar dois tipos de indicadores - operacionais e de área.

Os indicadores operacionais têm como finalidade a avaliação do desempenho operacional que um determinado *layout* permite alcançar. De modo a facilitar a análise do armazém seria benéfico a divisão do mesmo em blocos/zonas, correspondendo cada bloco/zona a um conjunto de filas de armazenagem que se encontram suficientemente próximas para serem agregadas. Os indicadores operacionais são ainda divididos em dois grupos. O grupo 1, corresponde aos indicadores cumulativos, ou seja, estes indicadores são calculados para cada bloco/zona do *layout*, sendo a sua soma o resultado final. O grupo 2, corresponde aos indicadores calculados

diretamente para o armazém como um todo, dependendo, o resultado, apenas do tipo de *layout*. Estes indicadores estão presentes na tabela 37.

Tabela 37 - Descrição dos indicadores operacionais (Adaptado de Bello, 2011)

	Nome e descrição	Equação e unidades	Observações
Grupo 1	<p>Número de viagens (NV)</p> <p>Número de viagens realizadas para armazenar as paletes em cada uma das posições de armazenagem.</p> <p>Este indicador deve ter um valor baixo</p>	$NV_{ij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{Qpal_{ij}}{A}$ <p>(Unidade)</p>	<p>$Qpal_{ij}$ é a quantidade total de paletes armazenadas na fila i do bloco j.</p> <p>I representa o somatório das filas i.</p> <p>J representa o somatório dos blocos j.</p> <p>A é uma constante relacionada com o número de paletes que é possível transportar com o empilhador, tendo o valor 2.</p> <p>O número de viagens totais (NV_{Tot}) é o somatório de todos os NV_{ij}.</p>
	<p>Distância percorrida (DP)</p> <p>Distância total percorrida pelos empilhadores para armazenar as paletes em cada uma das posições</p> <p>Este indicador deve ter um valor baixo.</p>	$DP_j = \sum_{j=1}^J D_j \times NV_j$ <p>(m)</p>	<p>D_j é duas vezes a distância desde a zona de <i>put-away</i> até ao ponto médio do bloco j.</p> <p>Esta distância inclui a viagem de ida e de volta.</p> <p>NV_j é o número de viagens realizadas até ao bloco j. A distância percorrida total, DP_{Tot}, é o somatório da distância percorrida desde o <i>put-away</i> até ao ponto médio de cada bloco (DP_j), para todas as paletes.</p>
	<p>Tempo teórico utilizado (T)</p> <p>Tempo total em horas utilizado para armazenar as paletes. Para o seu cálculo é necessário determinar a velocidade média (Vel) com que os empilhadores transportam as paletes.</p> <p>Este cálculo tem em consideração o tempo em que o empilhador se encontra parado no momento de fazer o <i>picking</i>, ou colocar as paletes na zona de armazenagem.</p>	$Vel = \frac{DP_{Tot}}{HT_{Tot} \times 1000}$ <p>(Km/h)</p> $T_j = \frac{DP_j}{Vel}$ <p>(h)</p>	<p>DP_{Tot} é a distância total percorrida.</p> <p>HT_{Tot} é o total de horas de trabalho no mês de referência. É necessário multiplicar por $\frac{1}{1000}$ para obter as unidades da velocidade média em Km/h.</p> <p>T_j é o tempo unitário de armazenagem em cada bloco j</p> <p>O tempo teórico total utilizado (T_{Tot}) é o somatório de todos os tempos unitários T_j</p>

Grupo 2	<p>Paletes por viagem (PpV)</p> <p>Média das paletes arrumadas por viagem. Este indicador é afetado pela distribuição física do <i>layout</i></p> <p>Este indicador deve ter um valor alto.</p>	$PpV = \frac{Q_{Tot}}{NV_{Tot}}$ <p>(paletes/viagem)</p>	<p>Q_{Tot} é a quantidade total de paletes armazenadas no período de referência.</p> <p>NV_{Tot} refere-se ao número de viagens, indicador mencionado anteriormente.</p>
	<p>Distância média por viagem (DV)</p> <p>Distância média percorrida pelos empilhadores em cada viagem para armazenar as paletes.</p> <p>Este indicador deve ter um valor baixo.</p>	$DV = \frac{DP_{Tot}}{NV_{Tot}}$ <p>(m/viagem)</p>	<p>O cálculo tem como <i>input</i> a Distância percorrida total (DP_{Tot}) e o número de viagens totais (NV_{Tot})</p>
	<p>Viagens por hora (VpH)</p> <p>Média do número de viagens que o empilhador realiza para armazenar as paletes nas filas.</p> <p>Este indicador deve ter um valor alto.</p>	$VpH = \frac{NV_{Tot}}{T_{Tot}}$ <p>(viagens/hora)</p>	<p>T_{Tot} é o tempo de trabalho total, em horas.</p>
	<p>Capacidade de armazenagem por dia (CA)</p> <p>Quantidade de paletes que podem ser armazenadas por dia de trabalho. O cálculo é feito a partir das paletes armazenadas por viagem e a média de viagens por hora.</p> <p>Este indicador deve ter um valor alto.</p>	$CA = PpV \times VpH \times 8$ <p>(paletes/dia)</p>	<p>PpV é o número médio de paletes que o empilhador transporta por viagem.</p> <p>VpH é o número de viagens que o empilhador faz por hora.</p> <p>Para obter o indicador baseado em horas é necessário multiplicar pelas 8 horas de trabalho diárias.</p>

Os indicadores de área correspondem a indicadores que medem as áreas disponíveis e utilizadas, de maneira a ser possível avaliar a eficiência do *layout*. Os inputs para estes indicadores são características inerentes ao tipo de *layout*, como número de filas por bloco, quantidade de paletes que podem ser armazenadas por fila, dimensões das filas e dimensão do armazém. Como tal, a variação dos indicadores é apenas sensível à variação do *layout* em questão. Estes indicadores estão descritos na tabela 38.

Tabela 38 - Descrição dos indicadores de área (Adaptado de Bello, 2011)

Nome e descrição	Equação e unidades	Observações
<p>Área base útil (ABU)</p> <p>Corresponde à área total dos diferentes blocos j que estão estabelecidos no <i>layout</i> com posições de armazenagem e na qual podem ser armazenadas as paletes. Este indicador deve ter um valor alto.</p>	$ABU_j = C_i \times L_i \times No. \text{filas}_j$ <p>(m²)</p>	<p>C_i é o comprimento em metros da fila ou posição de armazenagem i.</p> <p>L_i é a largura da fila ou posição de armazenagem i.</p> <p>$No. \text{filas}_j$ corresponde ao número de posições de armazenagem de cada bloco.</p> <p>A área base útil total, ABU_{total}, é o somatório das áreas base de cada bloco.</p>
<p>Paletes base (PB)</p> <p>Quantidade de paletes que podem ser armazenadas ao nível do solo da planta. Este indicador deve ter um valor alto.</p>	$PB_j = No. \text{filas}_j \times Pal_{ij}$ <p>(paletes)</p>	<p>Pal_{ij} é a quantidade de paletes que podem ser armazenadas ao nível do solo na fila i e no bloco j.</p> <p>As paletes base totais, PB_{Tot} são o somatório das paletes base de cada bloco, PB_j.</p>
<p>Porcentagem de perda (PP)</p> <p>É a percentagem de espaço na planta que não pode ser utilizado para armazenar material. Este indicador deve ter um valor baixo.</p>	$PP = \frac{A_{Tot} - PB_{Tot} \times 1,2m^2}{A_{Tot}} \times 100$	<p>A_{Tot} é a área total da planta sem tomar em consideração a área utilizada para o processo de <i>put-away</i>, dado que é constante para todos os <i>layouts</i>.</p> <p>PB_{Tot} é o total de paletes base que podem ser armazenadas. Este fator é multiplicado por 1,2 m² (área ocupada por uma paleta)</p>
<p>Porcentagem de perda efetiva (PPE)</p> <p>É a percentagem de espaço na planta que não pode ser utilizado para armazenar material e não tem posições de armazenagem definidas. Este indicador deve ter um valor baixo.</p>	$PPE = \frac{A_{Tot} - PB_{Tot} \times 1,2m^2 - A_{corr}}{A_{Tot}} \times 100$	<p>A_{corr} corresponde à área ocupada pelos corredores na planta do armazém.</p>

Nos armazéns de Oleiros, nunca chegou a ser realizada a definição de indicadores, assim como a sua medição.

Visto isto, no início do projeto ficou planeada a definição desses mesmos indicadores aquando da implementação do novo armazém central. No entanto, como o projeto acabou por ser finalizado mais cedo que o previsto, a proposta destes indicadores serve agora de base para o gestor de armazéns, que finalizará a sua implementação.

4.2.4.4 Alteração do método de *picking*

Outra alteração proposta foi a alteração do método de *picking*. Atualmente o método de *picking* utilizado é o *picking by order*. Apesar deste ser um método simples e de reduzir a possibilidade de erros, sendo indicado para encomendas grandes (com muitas linhas de referências) é, contudo, um método pouco eficiente uma vez que se despende muito tempo para recolher toda a encomenda.

O método de *picking* proposto foi o *batch picking*. Neste método, o operário faz o *picking* de várias encomendas em simultâneo, pelo que, se um artigo for repetido em várias, é retirada a quantidade total das encomendas e depois realiza-se a sua separação. Deste modo, o operador não necessita de voltar à mesma localização várias vezes, retirando todo o material de uma só vez. Este método apresenta um maior nível de produtividade do que o método anterior.

Para a implementação desta proposta, seria necessária a realização de uma pequena reunião antes do início das preparações de cargas, idealmente logo no início do turno, para se efetuar uma análise a todas elas e a sua distribuição pelos operadores. É também importante que o local para separação das diferentes cargas fique definido nesta reunião.

Concluindo, com a implementação desta proposta espera-se uma diminuição dos tempos de *picking*, e conseqüentemente maior produtividade.

Esta proposta foi discutida com o gestor do armazém que se mostrou recetivo a, pelo menos, experimentá-la durante o período de uma semana. Após esse tempo de análise verificar-se-ia a viabilidade da proposta, e em caso positivo avançar-se-ia para a sua implementação.

4.2.4.5 Reunião diária

Atualmente é comum nas empresas a existência, nos diversos setores e departamentos, de uma reunião diária no início de cada turno de forma a serem debatidos os principais problemas e metas a serem atingidas. No entanto, no armazém de expedição esta reunião não estava a ser realizada, pelo que foi proposta a adoção desta prática e a realização da mesma.

A reunião teria a duração de 10 minutos, com início às 10 horas e 15 minutos, hora que corresponde ao horário após o lanche da manhã dos trabalhadores. Esta reunião deve contar com a participação de todos os operadores do armazém (logísticos e do escritório), bem como com a presença do gestor do armazém. A reunião não acontece logo no início do turno dos operadores logísticos uma vez que o horário de entrada destes operados é às 8 horas e os operadores administrativos apenas começam a trabalhar às 9 horas. Assim, o horário considerado ideal para ambas as partes foi o horário logo a seguir à paragem para o lanche. Foi também elaborado um

template para a reunião (ver anexo I) para que, no dia anterior, o gestor prepare os temas a abordar na reunião e também para que não se exceda o tempo máximo da mesma, podendo ser adaptado consoante a necessidade de utilização nas reuniões futuras.

Esta reunião é importante e tem impacto pois contribui para que os operadores comuniquem entre si e estabeleçam prioridades para o dia, ajudando-os a trabalhar a 100% em equipa. Assim, prevê-se que com a reunião sejam alinhadas ideias e que seja melhorado o espírito de equipa, para que todos trabalhem em conjunto para um objetivo comum. Espera-se também uma melhor organização ao realizar as tarefas diárias e uma redução de tempo perdido com questões relativas ao que fazer a seguir e qual as cargas prioritárias para o dia, uma vez que as prioridades são definidas no início do dia.

Esta medida foi adotada a partir do momento que toda a equipa logística se reuniu no armazém central.

4.2.4.6 Plano de trabalho e produtividade

Para garantir um acompanhamento do trabalho dos operadores e uma rotatividade do mesmo, foram elaborados dois painéis, um correspondente ao plano de trabalho semanal de cada operador e outro correspondente à produtividade de cada um dos operadores.

O painel correspondente ao plano de trabalho (ver anexo J), permite definir o que cada operador irá fazer na semana em questão (preparação de cargas, carregamentos, arrumação/localização de materiais ou devoluções) sendo assim possível que os operadores troquem de tarefas todas as semanas e não se sintam exaustos por fazerem sempre a mesma coisa. Para além disso, com esta rotatividade, os operadores aprendem a fazer todas as operações realizadas num armazém. Neste painel também está presente um quadro com a formação das equipas de caixas danificadas, ou seja, é normal num armazém acontecerem acidentes com o material movimentado e este, muitas vezes, fica danificado e é necessário retirar esse material das paletes. Tendo em conta que um operador despende bastante tempo a desmontar uma palete de material para retirar apenas uma ou duas caixas danificadas, e exerce um elevado esforço físico, considerou-se benéfica a formação de equipas. Assim, sempre que um operador tiver um acidente, chama pelo seu colega de equipa e este tem de parar o que está a fazer no momento e ajudar o seu companheiro. Muitas vezes os operadores não se ajudavam por estarem ocupados com outras tarefas e, com esta implementação, prevê-se que estas situações acabem.

O painel correspondente à produtividade de cada operador (ver anexo K), visa contabilizar o número de ordens de carregamento preparadas e o número de carregamentos efetuado por dia e por operador, dependendo do tipo de dificuldade (A – OC de fácil preparação; B- OC de com nível de dificuldade intermédio; C- OC de difícil preparação), sendo que esta dificuldade é medida pelo número de linhas da OC e a localização dos artigos no armazém e se é constituída maioritariamente por paletes completas ou se tem muitos bocados, em que é necessário abrir as paletes e retirar a quantidade de caixas .

Em jeito de resumo, após todas as propostas apresentadas, cabe à Amorim Cork Flooring S.A. avaliar e decidir aquelas que pretende implementar, tendo em conta as principais necessidades e o capital necessário no investimento de algumas propostas.

5. Conclusões e trabalhos futuros

A estratégia logística é um importante elemento de posicionamento e diferenciação no mercado, desempenhando um papel de destaque perante os mercados e os clientes. O desenvolvimento de práticas que privilegiem a excelência na gestão de um armazém e dos transportes podem elevar as organizações a um patamar de distinção junto dos seus mercados, ajudando-as a crescer e caminhar na direção do sucesso.

Nesse sentido a empresa em estudo, decidiu padronizar a sua gestão de *stocks* e reduzir os recursos envolvidos na mesma, ingressando num projeto de centralização desses mesmos *stocks*, que incluiu a transferência dos seus armazéns de produto acabado para outro local, aumentando a capacidade de armazenagem e construindo um espaço modernizado, à imagem da marca que a empresa pretende criar.

Desta forma, pretendeu-se, neste trabalho, melhorar o sistema existente de armazenagem recorrendo-se para isso à apresentação de uma proposta de um novo *layout* para um armazém de matérias primas, ao apoio no desenvolvimento do novo armazém central de produto acabado e ao dimensionamento das zonas afetas a cada operação logística de execução, considerando a análise de dados históricos de entradas e saídas dos produtos e a melhoria das condições operacionais de trabalho, assim como, se possível, a melhoria da sua eficiência.

Assim, impunha-se a aquisição de algum conhecimento teórico acerca de técnicas para gestão de inventário, segmentação e endereçamento dos produtos, permitindo que o produto certo esteja arrumado no local certo no momento certo, indicadores de desempenho e eficiência, e ainda um sistema capaz de tornar visível para qualquer operador de armazém todo o funcionamento logístico. O entendimento de todos os processos inerentes à operação logística e o seu funcionamento, foi um passo importante para identificar e analisar alguns problemas.

No projeto referente ao armazém dedicado à armazenagem de placas LVT, foram encontradas algumas lacunas, nomeadamente no escasso espaço disponível para a armazenagem, no método de localização do material, na irregularidade do piso de armazenagem, que dificultava o manuseamento do material, na iluminação do local de descarga do armazém, no equipamento de manuseamento do operador (empilhador elétrico), entre outras. Foram assim propostas ações de melhoria resultando num aumento do espaço de armazenagem de 1.661 m² e num investimento para a empresa de aproximadamente 56.000 €. Estas propostas tiveram sempre grande receptividade por parte da empresa e esta decidiu avançar com algumas delas, nomeadamente com as propostas dos *layouts* dos armazéns para armazenagem de placas LVT. Nesta fase do projeto, teria sido interessante avaliar a produtividade futura deste armazém assim como os possíveis retornos do investimento, mas devido à integração no projeto do novo armazém central e a redução do tempo do projeto de dissertação não foi possível.

Também no projeto do novo armazém central foram verificados alguns problemas e sentidas algumas dificuldades, nomeadamente a motivação dos operadores no desempenho das suas funções, a falta de indicadores de medição do desempenho dos operadores, o número de danos

verificados no produto, o elevado tempo despendido na procura por espaços vazios para alocar o material, impondo-se a proposta de um *layout* e de um sistema que permitisse uma melhoria dos fluxos logísticos internos. Com a implementação do novo armazém a empresa aumentou a sua área de armazém 2,15 vezes, resultando em mais 3.953 m². Foi proposto o investimento em equipamento que iria permitir uma melhor gestão dos artigos que chegassem ao armazém, resultando num investimento de aproximadamente 17.500 €. Foram propostos indicadores de desempenho, um novo método de *picking*, uma reunião diária e um plano de trabalho e produtividade. Todas estas propostas tiveram o intuito de aumentar o nível de serviço do armazém e uma delas foi já implementada na empresa, encontram-se as restantes em fase de avaliação. Teria sido de elevada importância a análise de todas estas propostas para a elaboração de um termo de comparação assim como para uma análise de retorno dos investimentos e dos possíveis ganhos que seriam obtidos com a implementação das propostas. Contudo, devido a uma redução do período do projeto, não foi possível a realização desta avaliação da forma pretendida, pelo que se propõe a realização da mesma num trabalho futuro.

Com o intuito de prolongar o processo de melhoria contínua do armazém, é proposto um estudo para a implementação de ferramentas *LEAN* para a gestão do armazém, a medição de tempos de *picking* e alocação do produto acabado, uma análise dos indicadores propostos, da proposta de *layout* e ainda do nível de satisfação dos operadores no desempenho das suas funções. Seria interessante analisar a implementação de um sistema de acompanhamento dos movimentos dos empilhadores (*Forklift System*), de forma a monitorizar todas as distâncias percorridas e tempos despendidos nas diversas ordens de carregamento.

É importante entender que um modelo de resolução do problema de desenho de armazéns terá de ser flexível o suficiente quando aplicado a casos reais. Cada empresa tem os seus próprios requisitos e a sua própria maneira de funcionar, com uma cultura de trabalho característica. É importante ir sempre de encontro à linha de pensamento e método a operar da empresa onde esse modelo se aplicará. Este modelo deverá ter um nível de aplicabilidade e adaptabilidade, de forma a poder criar valor numa futura operação.

Referências Bibliográficas

- Ackerman, K. B., & Van Bodegraven, A. (2007). *Fundamentals of supply chain management : an essential guide for 21st century managers*. DC Velocity Books.
- Aisle-Master. (2020). Aisle-Master articulated, reach forklifts - products. Retrieved March 22, 2020, from <https://www.aisle-master.com/products/#Elect-AM-id>
- Amorim. (2020a). Apresentação, Corticeira Amorim - Corticeira Amorim, líder mundial setor cortiça. Retrieved January 11, 2020, from <https://www.amorim.com/corticeira-amorim/apresentacao/>
- Amorim. (2020b). Características, a cortiça - Corticeira Amorim, líder mundial setor cortiça. Retrieved January 20, 2020, from <https://www.amorim.com/a-cortica/caracteristicas/>
- Amorim. (2020c). Universo Amorim - Amorim Cork. Retrieved January 11, 2020, from <https://www.amorimcork.com/pt/universo-amorim/>
- Amorim Cork Flooring. (2019). *Manual de acolhimento -Amorim Cork Flooring, S.A.*
- APCOR. (2020a). Realcork – estatísticas. Retrieved January 20, 2020, from <https://www.apcor.pt/media-center/estatisticas/>
- APCOR. (2020b). Realcork – social e económica. Retrieved January 20, 2020, from <https://www.apcor.pt/montado/sustentabilidade/sustentabilidade-social-e-economica/>
- Arnold, J. R. T., Chapman, S. N., Clive, L. M., & Schwartz, D. M. (2004). *Introduction to Materials Management* (Sixth; Pearson Prentice Hall, Ed.). Upper Saddle River, New Jersey Columbus, Ohio.
- Atieh, A. M., Kaylani, H., Al-Abdallat, Y., Qaderi, A., Ghouli, L., Jaradat, L., & Hdairis, I. (2016). Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system. *Procedia CIRP*, 41, 568–572. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.122>
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics/supply chain management : planning, organizing, and controlling the supply chain* (5th ed.; Pearson Prentice Hall, Ed.).
- Barone, D., Jiang, L., Amyot, D., & Mylopoulos, J. (2011). Reasoning with key performance indicators. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 92 LNBIP, 82–96. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24849-8_7
- Baudin, M. (2004). *Lean logistics : the nuts and bolts of delivering materials and goods* (1st ed.). Productivity Press.
- Bello, M. V. C. (2011). *Otimização da logística e distribuição de armazéns: caso de aplicação numa empresa de produção de garrafas de vidro - Barbosa e Almeida vidros*. 1–115. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395142798231/Tese.pdf>
- Berg, J. P. V. Den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: classification and

- examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528.
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Berg, V. Den, & Zijm. (1999). *Models for warehouse management : classification and examples*. 5273(February 1999). [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B., & Bowersox, J. C. (2013). *Supply chain logistics management* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Caridade, R., Pereira, T., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. J. G. (2017). Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1096–1103.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.170>
- Carvalho, J. C., Arantes, A. J. M., Guedes, Alcibiades Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., Dias, E. B., ... Ramos, T. (2012). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento. In Edições Sílabo & Manuel Robalo (Eds.), *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (1ª).
- Center, I. T. (2020). Trade Map - List of exporters for the selected product (cork and articles of cork). Retrieved January 25, 2020, from
https://www.trademap.org/tradestat/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7C%7C%7C%7C%7C45%7C%7C%7C2%7C1%7C1%7C2%7C2%7C1%7C2%7C4%7C1
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquiliano, N. J. (2011). *Administração da Produção e Operações para Vantagens Competitivas* (11th ed.). McGrawHill.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total management flow : achieving excellence with kaizen and lean supply chains* (1st ed.). Kaizen Institute.
- Curvelo, P. (2018). Entrada em bolsa da Corticeira Amorim foi fundamental para internacionalização - industria - Jornal de Negócios. Retrieved January 11, 2020, from
<https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/industria/detalhe/entrada-em-bolsa-da-corticeira-amorim-foi-fundamental-para-internacionalizacao>
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Dhoka, D. K., & Choudary, Y. L. (2013). “XYZ” inventory classification & challenges. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 2(2), 23–26.
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70(1), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.12.004>
- Espinal, A. A. C., Montoya, R. A. G., & Arenas, J. A. C. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Estudios Gerenciales*, 26(117), 145–171.
- Gonçalves, J. F. (2006). *Gestão de Aprovisionamentos* (2ª; Publindústria, Ed.).
- Gu, J., Goetschalckx, M., & Mcginnis, L. F. (2007). *Research on warehouse operation : a*

- comprehensive review*. 177, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & Mcginnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation : A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>
- Gue, K. R., & Meller, R. D. (2009). Aisle configurations for unit-load warehouses. *IIE Transactions*, 41, 171–182. <https://doi.org/10.1080/07408170802112726>
- Gunasekaran, A., & Kobu, B. (2007). Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: A review of recent literature (1995-2004) for research and applications. *International Journal of Production Research*, 45(12), 2819–2840. <https://doi.org/10.1080/00207540600806513>
- Hales, H. L. (2006). Put your warehouse in order: tired of re-inventing the wheel for every layout? Use these 10 rules as your master plan. *Industrial Engineer*, 38(2), 34–39.
- Hompel, M. ten, & Schmidt, T. (2007). Warehouse management - Automation and organization of warehouse and order picking systems. In *Warehouse Management*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-35220-4_1
- Kay, M. G. (2012). Material handling equipment. *Journal of the Society of Mechanical Engineers*, 59(452), 656–662. https://doi.org/10.1299/jsmemag.59.452_656
- Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management and Business Excellence*, 19(3), 245–262. <https://doi.org/10.1080/14783360701600704>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Irwin/McGraw-Hill.
- Lepori, E., Herr, N., Damand, D., & Barth, M. (2013). Study of the transferability of properties used for designing production systems layouts to distribution warehouse layout design. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 46(9), 483–488. <https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00175>
- Li, H., & Meissner, J. (2010). Distribution and warehousing in supply chains. In *The Handbook of Technology Management* (2nd ed., p. 104). John Wiley and Sons Ltd.
- Li, L. (2007). Supply chain management: concepts, techniques and practices enhancing value through collaboration. In *Supply Chain Management: Concepts, Techniques and Practices: Enhancing the Value Through Collaboration*. <https://doi.org/10.1142/6273>
- Liebeskind, A. (2005). *How to optimize your warehouse operations : 150 time tested ways to reduce handling & increase productivity*. Industrial Data And Information Inc.
- Ma, J. (2020). Warehouse storage steel pallet rack. Retrieved March 19, 2020, from <https://www.alibaba.com/product-detail/China-Manufacturer-Warehouse-Storage-Steel->

Pallet_60207241371.html

- Martin-Vega, L. a, & Maynard, H. (2004). *Maynard's Industrial Engineering Handbook* (5th ed.; K. B. Zandin, Ed.).
- Moody, D. L. (2005). Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions. *Data and Knowledge Engineering*, 55(3), 243–276. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2004.12.005>
- Mourtzis, D., Samothrakis, V., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (2019). Warehouse Design and Operation using Augmented Reality technology: A Papermaking Industry Case Study. *Procedia CIRP*, 79, 574–579. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.097>
- Önüt, S., Tuzkaya, U. R., & Doğaç, B. (2008). A particle swarm optimization algorithm for the multiple-level warehouse layout design problem. *Computers and Industrial Engineering*, 54(4), 783–799. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.10.012>
- Ortiz, C. A., & Park, M. (2011). *Visual controls : applying visual management to the factory* (1st ed.). Productivity Press.
- Parameswari, Z., & Pujawan, I. N. (2019). Changes in layout and handling method for raw materials to reduce put away and picking time: a plastic packaging manufacturer case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012125>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento LEAN - a filosofia das organizações vencedoras* (6th ed.; Lidel, Ed.).
- Reis, R. L. dos. (2008). *Manual de Gestão de Stocks : Teoria e Prática* (Editorial Presença, Ed.).
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Strockrahm, V., Houtum, G. J. van, Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). *Warehouse design and control : framework and literature review*. 122, 515–533.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *The Handbook of Distribution Management*.
- Salvendy, G. (Ed.). (2001). *Handbook of industrial engineering : technology and operations management* (Second). New York: Jon Wiley and Sons , Inc.
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C., & Bergmann, J. (2012). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 445–451. <https://doi.org/10.1108/17410401211212689>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and managing the supply chain : concepts, strategies, and case studies*. McGraw-Hill/Irwin.
- Tiba Portugal. (2015). Mercadoria em paletes. Retrieved May 27, 2020, from <https://www.tibagroup.com/pt/mercadoria-paletes>
- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1998). *The warehouse management handbook* (2nd Ed.). Releigh: Tompkins Press.

Tshibangu, W. M. A. (2014). Material handling, inventory and productivity improvement: A lean six sigma approach case study. *ICINCO 2014 - Proceedings of the 11th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, 2*, 700–707.
<https://doi.org/10.5220/0005025307000707>

Twede, D., Selke, S. E. M., Kamdem, D.-P., & Pira, S. (2015). *Cartons, cranes and corrugated board: Handbook of paper and wood packaging technology* (2nd ed.). DEStech Publications, Inc.

Viskup, P., & Gálová, K. (2019). Warehouse design for production needs. *MATEC Web of Conferences 292, 54*, 2–6. Retrieved from
<https://doi.org/10.1051/matecconf/201929201054>

Anexos

Anexo A – Exemplo de uma ordem de carregamento

ORDEM DE CARREGAMENTO N° 136768

Endereço Postal
 AMORIM FLOORING (Switzerland) AG
 CHAMERSTRASSE, 12-B
 6300 ZUG
 SWITZERLAND

037

Endereço de Entrega
 GONDRAND LOGISTICS
 UFERSTRASSE 70
 4019 BASEL
 SWITZERLAND

CH

Transporte Camião Grupagem
Condição de Entrega Entrega em local
Matrícula

Emissor marcelap
Data Emissão 06/02/2020
Data Carga 07/02/2020
Contentor

N° Paletes 6,000 **N° Caixas** 227,000
Peso Bruto 3835,200 **P. Líquido** 3685,200 **Volume**

5,240

1° Carregar, 2° Emitir GR? Sim

Ordem	Pos	Artigo	Descrição	Arm	Localiz.	Qt Entrega	Ud.	Qtd Ud Arm	Ud.	Lote	Data	Qtd.Outbound
566151	120	B5R4002	Elegant Oak	PTL	AF09	10,03	M2	6,00	CX	22571543		10,03M2 6,00CX
566151	160	B5T5002	Nature Oak	PTL	AJ02	10,03	M2	6,00	CX	22572428		10,03M2 6,00CX
566151	230	B5W0001	Sylvan Brown Oak	PTL	AD13	10,03	M2	6,00	CX	22571120		10,03M2 6,00CX
566151	270	B5P1002	Castle Toast Oak	PTL	BA12	10,03	M2	6,00	CX	22571221		10,03M2 6,00CX
566290	70	P806002	Personality Eden	PTL	AE08	8,54	M2	4,00	CX	22572252		8,54M2 4,00CX
566436	20	AJ8X001	Identity Antracite	PTL	BB25	15,84	M2	2,00	CX	22572077		15,84M2 2,00CX
566436	30	AJ8W001	Identity Camel	PTL	BB22	15,84	M2	2,00	CX	22572067		15,84M2 2,00CX
566436	40	AJ2U001	Identity Cement	PTL	BB25	15,84	M2	2,00	CX	22572223		15,84M2 2,00CX
566436	70	AJ2V001	Identity Grafite	PTL	BB25	15,84	M2	2,00	CX	22572233		15,84M2 2,00CX

Anexo B – Questionário

Questionário Armazém						
Data: 01/02/2020						
Tópico	Não	Fraco	Bom	Excelente	N/A	Observações
Internamente						
O armazém encontra-se limpo e arrumado			x			
Iluminação suficiente em cada secção			x			
Existência de um WMS			x			
MHE's (Material Handling Equipment)						
MHE apropriado a cada atividade			x			
Operação Inbound						
Chegada de veículos calendarizada				x		
Notificação prévia de chegada de mercadoria				x		
A placa operacional junto aos cais de R/E encontra-se liberta de obstruções e material			x			
Número suficiente de SLOT's					x	Nesta fase inicial, ainda não é possível avaliar
Conferência física e receção de mercadoria			x			
Armazenamento						
Stock em FIFO é seguido corretamente		x				
Análise ABC é utilizada para localizar produto		x				
Correto registo de localização de stock			x			
ID's de localização estão corretamente marcados				x		
Controlo de Stock						
Existe aderência à rotação em FIFO		x				
Os produtos que têm baixos consumos são revistos regularmente?		x				
Picking						
Existem suficientes "scanners" disponíveis			x			
Expedição						
Os períodos de expedição são planeados			x			
Os produtos são devidamente embalados e acondicionados			x			
Estrutura Organizacional						
As tarefas realizadas pelos operadores são ergonomicamente indicadas			x			
Os operadores são motivados a sugerir medidas de melhoria		x				
As tarefas diárias são equilibradas e priorizadas		x				
Gestão de desempenho em armazém						
O desempenho é medido		x				
Informação de produtividade é partilhada com os operadores		x				

Anexo C – Exemplo de um processo de reclamação de transporte nacional



Processo de reclamação de transporte

Ord. Carregamento	<u>132887</u>	Transportador	<u>LUSOCARGO</u>
Nº de reclamação	<u>ARO38709</u>	Tipo de transporte	<u>Camião Grupagem</u>
Data de envio	<u>17/09/2019</u>	Data da reclamação	<u>01/10/2019</u>

Carta de porte	<u>0</u>	RT	<u>38709</u>
Pessoa de contacto	<u>Angelo Carvalho</u>	Cliente destino	<u>Korkkitrio</u>
Email	<u>acarvalho.ar@amorim.com</u>	CS responsável	<u>Elsa Couto</u>
Telefone	<u>22774</u>		

Natureza da reclamação	
ARO	Cliente
<input type="checkbox"/> Prazo de recolha	<input type="checkbox"/> Extravio
<input type="checkbox"/> Vedação	<input type="checkbox"/> Prazo de receção
<input type="checkbox"/> Limpeza	<input type="checkbox"/> Erro/Falta de documentos
<input type="checkbox"/> Estado do piso	<input type="checkbox"/> Dano
<input type="checkbox"/> Falta de documentação	<input type="checkbox"/> Destino errado
<input type="checkbox"/> Outro	<input type="checkbox"/> Embalagem alterada
	<input checked="" type="checkbox"/> Quantidade errada
Artigo	<u>C12Y002</u>
Breve descrição	<p>Primeiro só entregaram 1 pal a 25/09 em vez das 5. As restantes 4 pal. estiveram perdidas e só a 3/10 foram localizadas. Ficaram de entregar na 2ª f. 07/10 o mais tardar, e voltaram a falhar. Resultado perdemos o projeto. Cliente pede para irmos recolher as 5 pal.</p>
Valor da encomenda	<u>9 400,85 €</u>
Valor do dano	<u>9 400,85 €</u>

Documentos em anexo	
<input type="checkbox"/> Cópia da Guia de Transporte	<input checked="" type="checkbox"/> Cópia de fatura de venda
<input type="checkbox"/> Fotos da mercadoria	<input type="checkbox"/> Packing List
<input type="checkbox"/> Proof of delivery	

10/10/2019
(Data)

Elsa Couto
(Assinatura)

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES - Conclusões

Anexo D – Exemplo de um processo de reclamação de transporte internacional



Processo de reclamação de transporte

Loading order	<u>129181</u>	Transport company	<u>Dachser</u>
Claim number	<u>ARO37253</u>	Expedition Way	<u>Camião Grupagem</u>
Loading date	<u>02/05/2019</u>	Claim Date	<u>07/05/2019</u>

Tracking number	<u>0</u>	RT	<u>ARO37253</u>
Contact	<u>Angelo Carvalho</u>	Customer	<u>ECO SAINT</u>
Email	<u>acarvalho.ar@amorim.com</u>	CS contact	<u>Teresa Rodrigues</u>
Phone number	<u>22774</u>		

Reason of claim	
ARO	Cliente
<input type="checkbox"/> Collection date	<input type="checkbox"/> Case of loss
<input type="checkbox"/> Container sealing	<input type="checkbox"/> Delivery date
<input type="checkbox"/> Cleaning	<input type="checkbox"/> Mistakes / missing documents
<input type="checkbox"/> Problems in the floor	<input checked="" type="checkbox"/> Damage
<input type="checkbox"/> Missing documents	<input type="checkbox"/> Wrong destination
<input type="checkbox"/> Another reason _____	<input type="checkbox"/> Wrong package
	<input type="checkbox"/> Wrong quantity
Item code	<u>C81X004</u>
Claim description	<u>2 caixas danificadas - CC GA151</u>
Goods value	<u>1 214,23 €</u>
Claim value	<u>99,51 €</u>

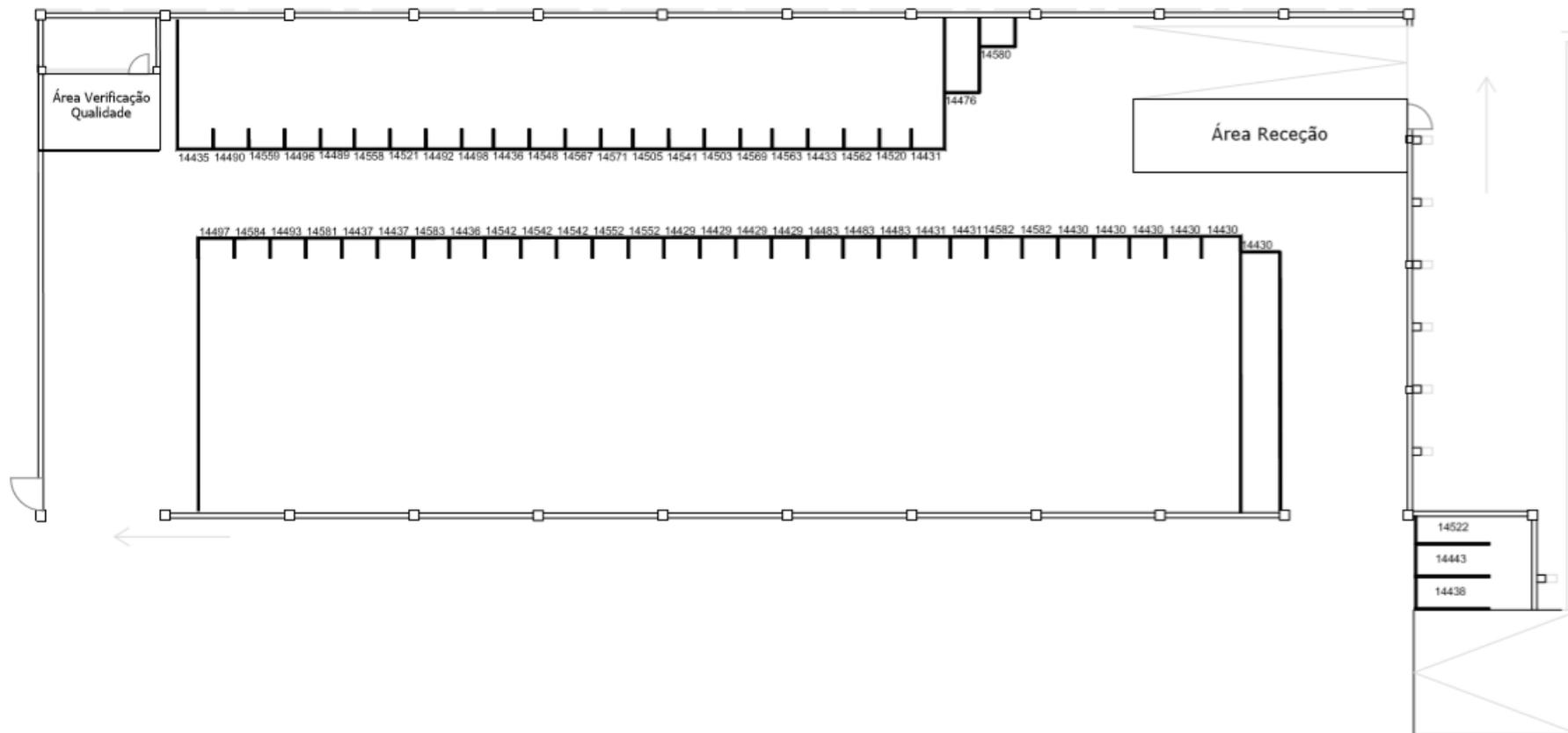
Documentos em anexo	
<input checked="" type="checkbox"/> Copy of delivery note	<input checked="" type="checkbox"/> Copy of the invoice
<input checked="" type="checkbox"/> Picture of the goods	<input type="checkbox"/> Packing List
<input checked="" type="checkbox"/> Proof of delivery	

07/05/2019
(Date)

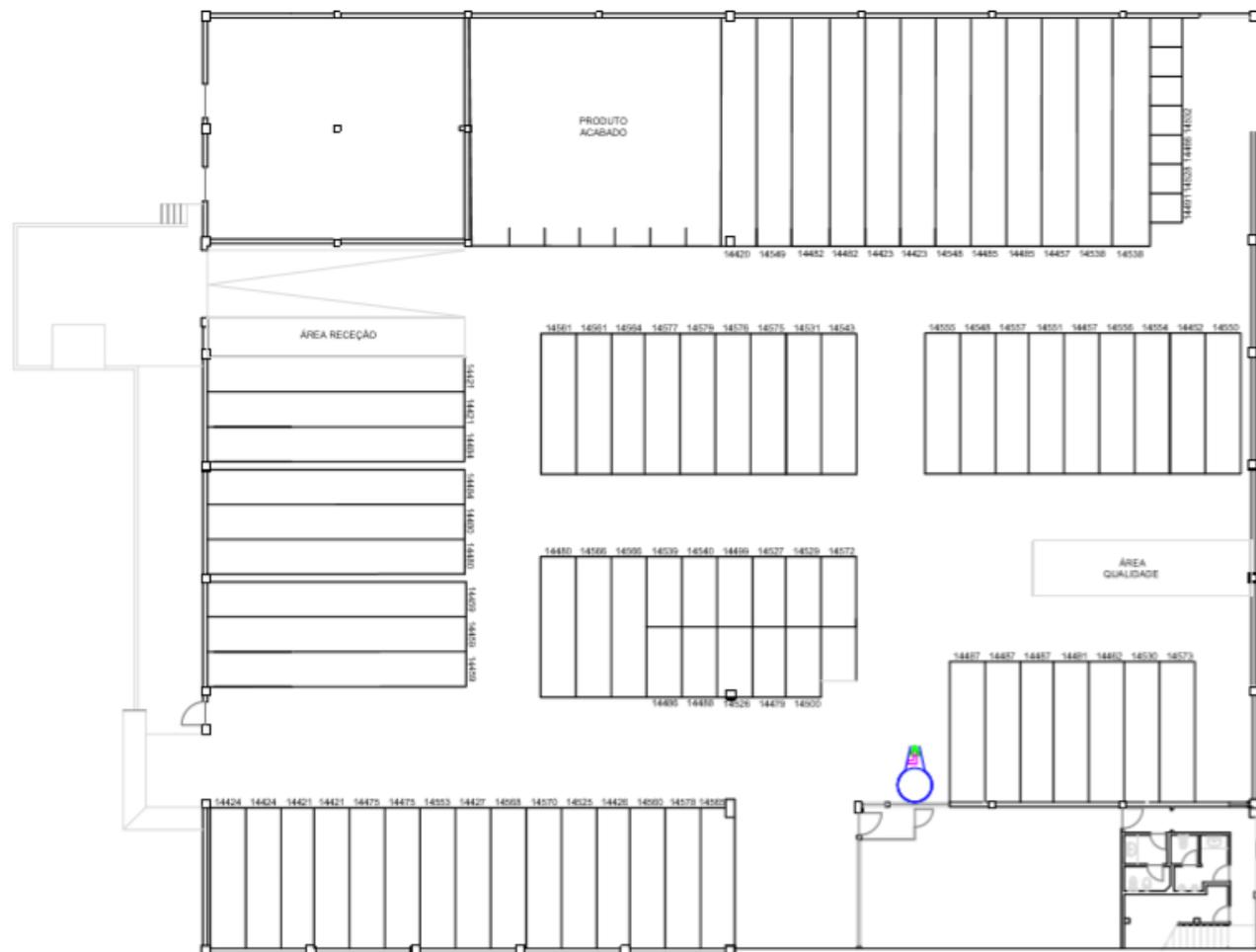
Teresa Rodrigues
(Signature)

TRANSPORT DEPARTMENT - Conclusions

Anexo E – Layout final armazém LVT



Anexo F – Layout final APA 1



Anexo G – Propostas de compra de empilhadores

COMPRA EMPILHADORES NOVOS										
EMPRESA	MARCA	DESCRIÇÃO	PREÇO	C/BALANÇA	C/CABINE COMPLETA	BALANÇA + CABINE	CONTRATO MANUTENÇÃO		CONTRATO MANUTENÇÃO TOTAL	
							MÊS	ANO	MÊS	ANO
X	CLARK	Empilhador	31 200,00 €	34 400,00 €	33 400,00 €	36 700,00 €	78,90 €	946,80 €		
Y	TOYOTA	Empilhador	32 500,00 €				40,97 €	491,64 €		
Z	UNICARRIERES	Empilhador	31 050,00 €		33 700,00 €		75,00 €	900,00 €	100,00 €	1 200,00 €

Anexo H – Propostas de aluguer de empilhadores

ALUGUER EMPILHADORES NOVOS																
EMPRESA	MARCA	DESCRIÇÃO	PREÇO													
			BASE				C/BALANÇA				BALANÇA + CABINE					
			12 MESES		60 MESES		12 MESES		60 MESES		12 MESES		60 MESES			
X	CLARK	Empilhador	547,50 €	6 570,00 €	482,50 €	28 950,00 €	606,00 €	7 272,00 €	533,00 €	31 980,00 €	657,50 €	7 890,00 €	580,00 €	34 800,00 €		
Y	TOYOTA	Empilhador											S/ RODADOS	C/RODADOS		
													638,00 €	38 280,00 €	655,00 €	39 300,00 €
Z	UNICARRIERES	Empilhador			582,37 €	34 942,20 €								632,22 €	37 933,20 €	

Anexo I – *Template* reunião diária

AMORIM	REUNIÃO DIÁRIA
Ponto Situação Dia Anterior	
(O que correu bem/mal)	
Ponto Situação Dia Atual	
Problemas:	
Prioridades:	
Alinhamento estratégico:	
Pendentes:	
Está tudo registado/faturado? Sim _ / Não _	
Outros assuntos:	
Data:	

Anexo J – *Template* painel plano de trabalho

PLANO TRABALHO SEMANAL

Mês				
Semana				
Plano trabalho				
Operador	Preparar Cargas	Carregar Contentores	Arrumar/Localizar	Devoluções
André Baptista				
Carlos Lopes				
Fernando Sá				
Jonathan Medina				
Jorge Ribeiro				
José Sá				
Manuel Soares				
Sérgio Maganinho				
Sérgio Santos				
Tiago Pedrosa				
Vitor Cruz				

Equipas caixas danificadas	
André/Jorge/José	André/Jorge/José
Fernando	Manuel
Jonathan	Vitor
Maganinho	Tiago

Responsável de atualização:
Joaquim Rocha

Frequência de atualização:
Semanal

AMORIM

Anexo K – *Template* painel produtividade

PRODUTIVIDADE (OC's PREPARADAS & CARREGAMENTOS)

AMORIM

	2ª				3ª				4ª				5ª				6ª			
	A	B	C	CRG																
AB																				
CL																				
FS																				
JM																				
JR																				

JS																				
MS																				
SM																				
SS																				
TP																				
VC																				
Responsável de atualização: Joaquim Rocha					Frequência de atualização: Diária					Fórmula de cálculo: Nº preparações diárias					Mês:					